

化 学 基 礎

(1 期)

化学基礎 (1期)

第1問

次の問1～9に答えよ。

問1 同素体の関係にある物質どうしの組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑤から一つ選べ。

解答番号

- ① 黒鉛と亜鉛 ② 一酸化炭素と二酸化炭素 ③ ダイヤモンドと黒鉛
④ 重水素と三重水素 ⑤ 銀と水銀

問2 原子番号 x 、質量数 y の元素 ${}_Z^yM$ の陽イオン M^{2+} がもつ中性子の数と電子の数の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

	中性子の数	電子の数
①	$y+x$	$x+2$
②	$y+x$	$x-2$
③	$y-x$	$x+2$
④	$y-x$	$x-2$

問3 原子番号 20 のカルシウム Ca の最外殻電子の数として最も適切なものを、次の①～⑤から一つ選べ。

解答番号 個

- ① 1 ② 2 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

問4 原子番号1~20までの元素のうち、非金属元素は何種類か。最も適切なものを、次の①~⑤から一つ選べ。

解答番号 種類

- ① 9 ② 10 ③ 11 ④ 12 ⑤ 13

問5 分子の形が折れ線形であるものとして最も適切なものを、次の①~⑤から一つ選べ。

解答番号

- ① H₂O ② NH₃ ③ CH₄ ④ HCl ⑤ CO₂

問6 配位結合を含む物質として最も適切なものを、次の①~⑤から一つ選べ。

解答番号

- ① H₂O ② NH₄Cl ③ NaOH
④ AgCl ⑤ CaCO₃

問7 分子からなる物質の性質として最も適切なものを、次の①~⑤から一つ選べ。

解答番号

- ① 塩素は極性分子である。
② エタノールは電解質であり、水溶液中で電気を導く。
③ 塩化水素は非電解質であり、水溶液中で電気を導かない。
④ ヨウ素は昇華性をもたない。
⑤ プラスチックは合成高分子化合物である。

問8 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 CuSO₄·5H₂O 25 g 中に含まれる水 H₂O 分子の物質質量 (mol) として最も適切なものを、次の①~⑤から一つ選べ。ただし、式量と分子量は CuSO₄=160, H₂O=18 とする。

解答番号 mol

- ① 0.10 ② 0.40 ③ 0.50 ④ 0.64 ⑤ 0.90

問9 ガソリンの成分の一つであるオクタン C_8H_{18} 57.0 g を完全燃焼したときに発生する二酸化炭素の $0^\circ C$, $1.01 \times 10^5 Pa$ における体積 (L) として最も適切なものを、次の①～⑤から一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$ とし、 $0^\circ C$, $1.01 \times 10^5 Pa$ における 1.00 mol の気体の体積は 22.4 L とする。

解答番号 L

- ① 22.4 ② 44.8 ③ 67.2 ④ 89.6 ⑤ 179

第2問

次の文章を読み、問1～5に答えよ。

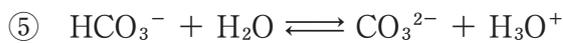
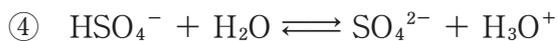
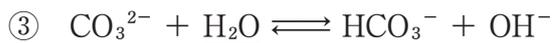
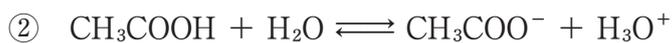
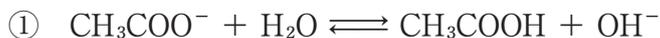
酸や塩基は水に溶けると酸性や塩基性を示す。水溶液の酸性や塩基性の強さを表すために、pH（水素イオン指数）が用いられる。25℃では、純粋な水のように中性の水溶液のpHは7であり、酸性が強いほどpHは小さく、塩基性が強いほどpHは大きい。酸と塩基が反応すると一般に水と^(a)塩が生成し、酸と塩基の性質はそれぞれ打ち消される。このような反応を中和反応という。

0.100 mol/Lの希硫酸100 mLに、ある量のアンモニアを完全に吸収させた。^(b)この水溶液に指示薬としてメチルオレンジ（メチルレッド）を加え、未反応の硫酸を0.500 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL滴下した時点で過不足なく中和した。

問1 ブレンステッド・ローリーの定義において、下線を引いた物質が酸としてはたっているものとして最も適切なものを、次の①～⑤から一つ選べ。

解答番号

10



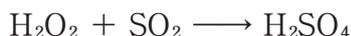
第3問

次の文章を読み、問1～4に答えよ。

相手の物質を酸化することができる物質を酸化剤、相手の物質を還元することができる物質を還元剤という。過マンガン酸カリウムは強い酸化剤であり、硫酸で酸性にした過酸化水素水に過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、次のように反応して酸素が発生する。



過マンガン酸カリウムは、硫酸で酸性にした硫化水素の水溶液や二酸化硫黄の水溶液に加えたときも酸化剤としてはたらく。一方、過酸化水素は、硫化水素や二酸化硫黄とはそれぞれ次のように反応する。



したがって、過酸化水素は硫化水素と反応するとき **あ**，二酸化硫黄と反応するとき **い** としてはたらく。

問1 空欄 **a**，**b** に入る係数の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。

解答番号 **15**

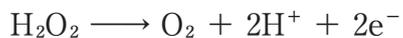
	a	b
①	2	3
②	2	4
③	2	5
④	3	3
⑤	3	4
⑥	3	5

問2 空欄 , に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

解答番号

	あ	い
①	酸化剤	酸化剤
②	酸化剤	還元剤
③	還元剤	酸化剤
④	還元剤	還元剤

問3 硫酸で酸性にした 0.50 mol/L の過酸化水素水 500 mL に 0.10 mol の二クロム酸カリウムを加えて完全に反応させたところ、酸素が発生した。発生した酸素の物質量 (mol) として最も適切なものを、後の①～⑤から一つ選べ。ただし、二クロム酸カリウムと過酸化水素の反応では、二クロム酸カリウムと過酸化水素はそれぞれ次のように反応したものとする。



解答番号 mol

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.25 ④ 0.30 ⑤ 0.50

問4 金属の単体は反応すると酸化されて陽イオンになるため、還元剤としてはたらく。ナトリウムを水と反応させたとき、およびアルミニウムを希塩酸と反応させたときに発生する気体についての組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。

解答番号

18

	ナトリウムを水と 反応させたとき	アルミニウムを希塩酸と 反応させたとき
①	H ₂	H ₂
②	H ₂	O ₂
③	H ₂	Cl ₂
④	O ₂	H ₂
⑤	O ₂	O ₂
⑥	O ₂	Cl ₂

第4問

次の文章を読み、問1～4に答えよ。

ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ は、図1に示すように、酢酸 CH_3COOH と同じように水になじみやすい部分 ($-COOH$) をもつ一方、水になじみにくい部分 ($C_{17}H_{35}-$) ももつ。そのため、ステアリン酸を蒸発しやすいシクロヘキサンなどの溶媒に溶かして、数滴を水面に滴下すると、溶媒が蒸発した後にステアリン酸のみが水面上に広がる。このとき、図2のように、ステアリン酸の $-COOH$ の部分を水中に、 $C_{17}H_{35}-$ の部分を空気側に向けてすき間なく並んで水面上に単分子膜を形成する。この単分子膜を利用して、アボガドロ定数からステアリン酸1分子の断面積 s [cm^2] を計算によって求める実験をした。

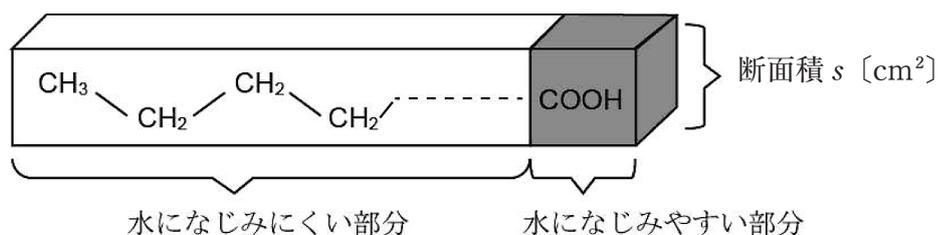


図1 ステアリン酸分子の構造の模式図

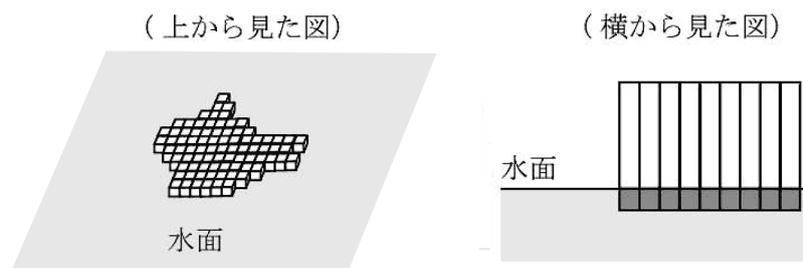


図2 水面に滴下したステアリン酸の単分子膜の模式図

問1 ステアリン酸 71 mg をシクロヘキサンに溶解して、250 mL の溶液を調製した。
この溶液のモル濃度 (mol/L) として最も適切なものを、次の①～⑤から一つ選べ。
ただし、原子量は H=1.0, C=12, O=16 とする。

解答番号 mol/L

- ① 2.5×10^{-4} ② 1.0×10^{-3} ③ 2.5×10^{-3} ④ 0.25 ⑤ 1.0

問2 ステアリン酸 w [mg] をシクロヘキサンに溶解して V [mL] の溶液を調製した。
そのうち v [mL] を水面に滴下したとする。単分子膜を形成するステアリン酸の物
質量 (mol) を表す式として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。ただし、
ステアリン酸のモル質量を M [g/mol] とする。

解答番号 mol

- ① $\frac{vw}{1000MV}$ ② $\frac{vw}{MV}$ ③ $\frac{1000vw}{MV}$
④ $\frac{Vw}{1000Mv}$ ⑤ $\frac{Vw}{Mv}$ ⑥ $\frac{1000Vw}{Mv}$

問3 x [g] のステアリン酸が形成する単分子膜の面積を S [cm²], 単分子膜を形成し
ているステアリン酸 1 分子の断面積を s [cm²] としたとき、アボガドロ定数 N_A
[/mol] を表す式として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。ただし、ステ
アリン酸のモル質量を M [g/mol] とする。

解答番号 $N_A =$ /mol

- ① $\frac{Ss}{Mx}$ ② $\frac{Mx}{Ss}$ ③ $\frac{Sx}{Ms}$
④ $\frac{Ms}{Sx}$ ⑤ $\frac{sx}{MS}$ ⑥ $\frac{MS}{sx}$

問4 問1で調製したシクロヘキサン溶液 0.10 mL を滴下したところ、単分子膜の面積は 120 cm^2 となった。ステアリン酸 1 分子の断面積 s [cm^2] として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選べ。ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

解答番号

22

 cm^2

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.2×10^{-23} | ② 2.0×10^{-23} | ③ 3.0×10^{-23} |
| ④ 1.2×10^{-15} | ⑤ 2.0×10^{-15} | ⑥ 3.0×10^{-15} |