

平成 31 年度 東京薬科大学薬学部
一般公募制推薦，社会人および帰国生徒特別選抜入学試験

適性能力検査（化学）問題

（この問題は 4 題からなっている）

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. 合図があったら解答用紙に受験番号を記入し，男女別を○で囲みなさい。
3. 解答は解答用紙に鉛筆ではっきりと記入しなさい。
4. 解答は解答用紙の指定された場所に記入し，二重枠で囲まれている場所やそのほかの部分には何も書いてはならない。
5. 計算や下書きは，問題冊子の余白を利用しなさい。
6. 計算機を使用してはならない。
7. 携帯電話やスマートフォンなどの通信機器は必ず電源を切り，鞆の中にしまいなさい。
8. 不正行為に対しては厳正に対処する。不正行為を行った場合，その時点で適性能力検査（化学）の受験を停止とする。さらに，この後実施されるすべての試験も受験できない。
9. 試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい。

1 問1～問8に記号で答えなさい。

問1 原子やイオンの組合せ a～eのうち、電子配置が異なるものを一つ選びなさい。

- a Al^{3+} と Ne b Ar と Na^+ c Ca^{2+} と Cl^-
d He と Li^+ e O^{2-} と Mg^{2+}

問2 物質 a～eのうち、分子であるものを二つ選びなさい。

- a CH_4 b Cu c HCl
d KCl e NH_4Cl

問3 金属 A～Dについて、以下の実験Ⅰ～Ⅲを行った。A～Dのイオン化傾向の
大小を正しく表しているものはどれか。a～hから一つ選びなさい。

実験Ⅰ：A～Dの小片をそれぞれ常温の水に入れると、Aだけが反応して気体
が発生した。

実験Ⅱ：B～Dの小片をそれぞれ希塩酸に入れると、Bだけが反応して気体が
発生した。

実験Ⅲ：Cの硝酸塩水溶液にDの小片を入れると、Dの表面にCが析出した。

- a $A > B > C > D$
b $B > A > C > D$
c $A > B > D > C$
d $B > A > D > C$
e $C > D > A > B$
f $D > C > A > B$
g $C > D > B > A$
h $D > C > B > A$

問4 ハロゲンとその化合物に関する記述 a～eのうち、正しいものを二つ選びなさい。

- a 塩素 Cl_2 はフッ素 F_2 よりも酸化力が強い。
- b 塩化水素はフッ化水素よりも沸点が高い。
- c 塩化カリウム水溶液に臭素水を加えると、塩素 Cl_2 が発生する。
- d フッ化水素酸はガラスを溶かすため、ポリエチレンの容器に保存する。
- e ヨウ素 I_2 は、常温において黒紫色の分子結晶である。

問5 イオン Ca^{2+} 、 Cl^- 、 K^+ 、 S^{2-} について、そのイオン半径の大きさを正しく表しているものはどれか。a～eから一つ選びなさい。

- a $\text{K}^+ > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+}$
- b $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$
- c $\text{Ca}^{2+} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+$
- d $\text{Cl}^- > \text{S}^{2-} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$
- e $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$

問6 次の文の ア にあてはまる化合物を a～eから一つ選びなさい。

ア の水溶液に硝酸銀水溶液を加えると白色沈殿を生じた。また、ア の水溶液は黄緑色の炎色反応を示した。

- a 塩化ナトリウム b 塩化バリウム c 水酸化バリウム
- d 硝酸銅 (II) e 炭酸ナトリウム

問7 気体の発生に関する記述 a～eのうち、誤っているものを一つ選びなさい。

- a 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると、アンモニアが発生する。
- b 塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を加えて加熱すると、酸素が発生する。
- c 炭酸ナトリウムに希塩酸を加えると、二酸化炭素が発生する。
- d 水酸化ナトリウム水溶液に亜鉛を加えると、水素が発生する。
- e 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。

問8 金属イオン a～eのうち、その酸性水溶液に硫化水素を通じると黒色沈殿を生じるものを二つ選びなさい。

- a Ag^+
- b Al^{3+}
- c Fe^{2+}
- d Pb^{2+}
- e Zn^{2+}

2 問1～問4に記号で答えなさい。

問1 (1) と (2) に答えなさい。

(1) 質量パーセント濃度 20.0% (密度 1.22 g/cm^3) の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い数値を a～f から選びなさい。ただし、水酸化ナトリウム NaOH の式量は 40 とする。

a	2.90	b	3.20	c	4.90
d	5.10	e	5.80	f	6.10

(2) 水 100 g に 14.3 g の炭酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ を溶かした。この水溶液の質量モル濃度 [mol/kg] はいくらか。最も近い数値を a～f から選びなさい。ただし、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の式量は 286, Na_2CO_3 の式量は 106 とする。

a	0.13	b	0.23	c	0.46
d	0.50	e	0.69	f	1.3

問2 pH 2.0 の塩酸 50 mL を過不足なく中和するのに必要な $2.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の水酸化バリウム水溶液は何 mL か。最も近い数値を a～f から選びなさい。

a	5.0	b	10	c	15
d	20	e	25	f	30

問3 銅の単体 5.08 g に希硝酸を加えたところ、水に溶けにくい無色の気体を発生しながらすべて溶けた (A 液)。このとき発生した気体の体積は、標準状態 (0 °C, 1.013×10^5 Pa) で L であった。A 液に硫化水素を十分に通じたところ、 g の硫化銅 (II) の沈殿が生じた。(1) と (2) に答えなさい。ただし、原子量は S = 32, Cu = 63.5 とする。また、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

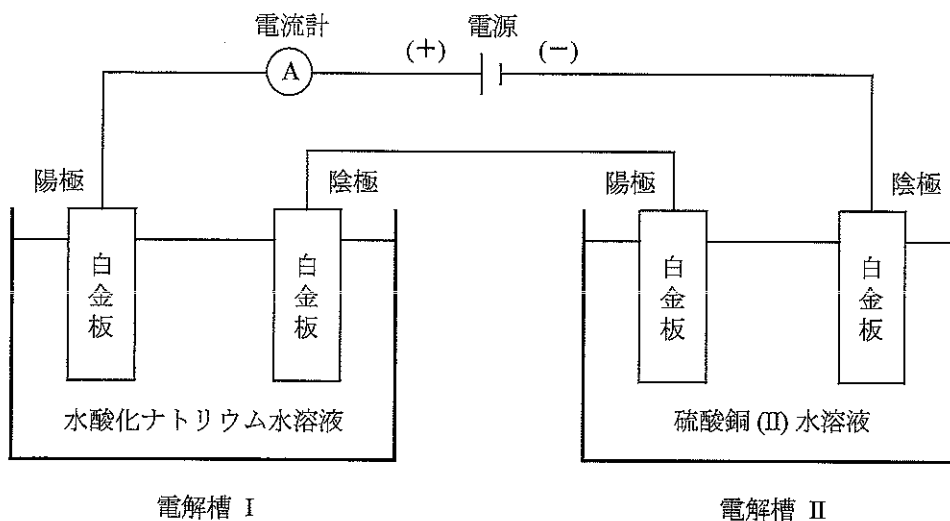
(1) はいくらか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

a	0.15	b	0.30	c	0.60
d	0.90	e	1.2	f	1.5

(2) A 液中の銅 (II) イオンがすべて硫化銅 (II) として沈殿したとすると、 はいくらか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

a	0.19	b	3.8	c	5.7
d	7.6	e	9.6	f	12

問4 図のような装置を用いて電気分解を行ったところ、電解槽Ⅱの陰極に0.254 gの銅が析出した。(1)と(2)に答えなさい。ただし、原子量はCu = 63.5、ファラデー一定数は 9.65×10^4 C/molとする。また、電解槽Ⅰ、Ⅱの水溶液には、電気分解を行うのに十分な物質量の溶質が溶けていたものとし、電気エネルギーはすべて電気分解に使われたものとする。



図

(1) この電気分解で回路に流れた電気量は何 C か。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| a | 3.86×10^2 | b | 7.72×10^2 | c | 9.26×10^2 |
| d | 1.54×10^3 | e | 2.32×10^3 | f | 8.25×10^3 |

(2) この電気分解で電解槽Ⅰの陽極と陰極のそれぞれで気体が発生した。電解槽Ⅰの両極で発生した気体の物質量は合わせて何 mol か。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| a | 2.00×10^{-3} | b | 4.00×10^{-3} | c | 6.00×10^{-3} |
| d | 1.20×10^{-2} | e | 1.60×10^{-2} | f | 1.80×10^{-2} |

- 3 問1～問5に記号で答えなさい。ただし、標準状態（0℃， 1.013×10^5 Pa）における気体のモル体積は22.4 L/mol，原子量はH=1.0，C=12，O=16，Cl=35.5，K=39とする。

問1 常温・常圧で気体の炭化水素Aは、標準状態における密度が1.34 g/Lであった。Aの分子式を C_xH_y で表したとき、 x ， y にあてはまる数字をa～jからそれぞれ選びなさい。

a	1	b	2	c	3	d	4	e	5
f	6	g	7	h	8	i	9	j	10

問2 容積10 Lの容器に窒素 N_2 を入れて温度を57℃に保ったところ、容器内の圧力は 1.00×10^4 Paとなった。次に、0.60 gの水を加えて温度を57℃に保った。(1)と(2)に答えなさい。ただし、27℃，57℃における水蒸気圧をそれぞれ 3.60×10^3 Pa， 1.73×10^4 Paとし、液体の水の体積や水に溶ける窒素の量は無視できるものとする。また、気体定数は 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)とする。

(1) 下線部の状態における容器内の全圧は何Paか。最も近い数値をa～eから選びなさい。

a	7.3×10^3	b	9.1×10^3	c	1.7×10^4
d	1.9×10^4	e	9.1×10^4		

(2) 下線部の状態から容器内の温度を57℃から27℃に下げたとき、容器内に存在する液体の水は何gか。最も近い数値をa～eから選びなさい。

a	0.12	b	0.21	c	0.26
d	0.34	e	0.48		

問3 容積 V [L] の容器に n [mol] の気体を封入し、 57°C で圧力を測定したところ、 P_A [Pa] であった。この容器内の温度を 27°C に下げたときの圧力 P_B [Pa] を表す式はどれか。a ~ f から選びなさい。ただし、気体から液体または固体への状態変化は起こらないものとする。また、式中の R [Pa·L/(K·mol)] は気体定数とする。

a $P_B = \frac{27}{57} P_A$

b $P_B = \frac{10}{11} P_A$

c $P_B = \frac{11}{10} P_A$

d $P_B = \frac{57}{27} P_A$

e $P_B = \frac{10 n \cdot R}{11 P_A \cdot V}$

f $P_B = \frac{11 n \cdot R}{10 P_A \cdot V}$

問4 断熱容器に入った大量の水に塩化水素（気体）7.30 g を溶かして希塩酸をつくった。次に、この希塩酸に水酸化カリウム（固体）16.8 g を溶かした。この一連の操作で発生した熱量は 39.6 kJ であった。水酸化カリウム（固体）の溶解熱は何 kJ/mol か。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。ただし、塩化水素（気体）の溶解熱は 74.9 kJ/mol とし、水素イオンと水酸化物イオンの中和熱は 56.5 kJ/mol とする。

a 0.200

b 5.90

c 7.70

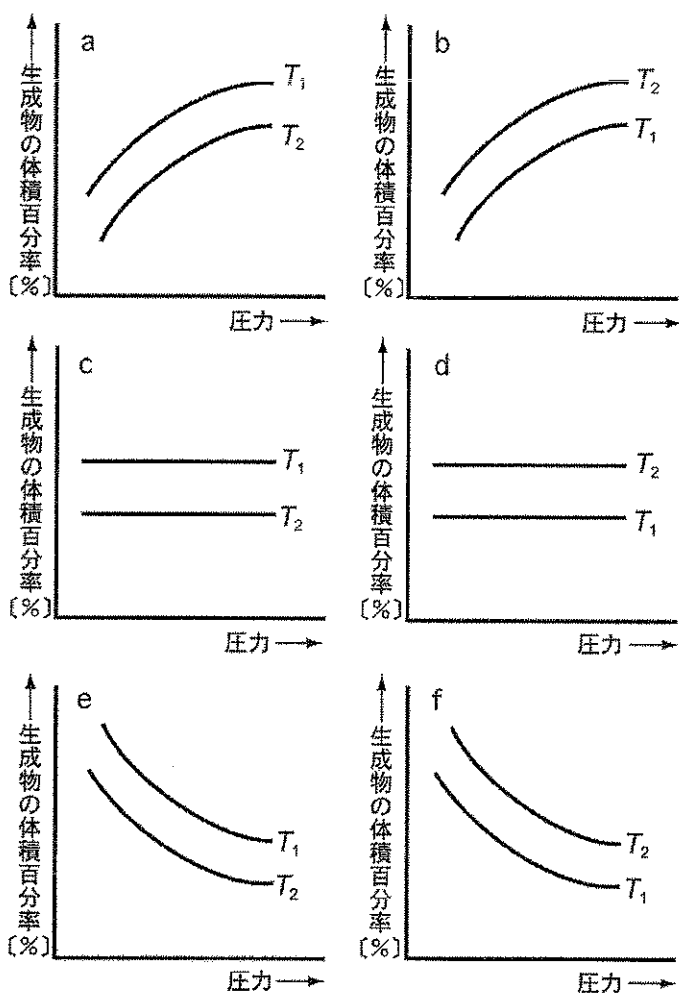
d 17.2

e 24.7

f 44.4

問5 熱化学方程式 (1) ~ (5) で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、下線で示したそれぞれの生成物の体積百分率 [%] と圧力、温度の関係を正しく表している図を a ~ f から一つずつ選びなさい。ただし、いずれの反応においても温度は T_1 または T_2 に保たれ、 $T_1 < T_2$ とする。

- (1) $\text{N}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) = 2\text{NO}(\text{気}) - 180 \text{ kJ}$
 (2) $3\text{O}_2(\text{気}) = 2\text{O}_3(\text{気}) - 285 \text{ kJ}$
 (3) $\text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) = 2\text{HI}(\text{気}) + 9.3 \text{ kJ}$
 (4) $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{CO}_2(\text{気}) = 2\text{CO}(\text{気}) - 172 \text{ kJ}$
 (5) $\text{CO}(\text{気}) + 2\text{H}_2(\text{気}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{気}) + 105 \text{ kJ}$



4 問 1～問 6 に記号で答えなさい。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。

問 1 分子式が $C_8H_{10}O$ でベンゼン環をもち、ヒドロキシ基をもたない化合物には、何種類の構造異性体があるか。a～f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | 3 | b | 4 | c | 5 |
| d | 6 | e | 7 | f | 8 |

問 2 炭素、水素、酸素からなる有機化合物 18.4 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素が 35.2 mg、水が 21.6 mg 得られた。この有機化合物の組成式を a～f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|-------------|
| a | CH_3O | b | C_2H_4O | c | C_2H_6O |
| d | C_3H_6O | e | C_3H_8O | f | $C_3H_8O_2$ |

問 3 示性式 C_mH_nOH で表される三重結合を含まない 1 価のアルコール 49.0 g をナトリウムと反応させたところ、水素が標準状態で 5.60 L 発生した。このアルコールの示性式として適切なものを a～f から選びなさい。ただし、標準状態 ($0^\circ C$, $1.013 \times 10^5 Pa$) における気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

- | | | | | | |
|---|------------|---|---------------|---|---------------|
| a | C_5H_7OH | b | C_5H_9OH | c | $C_5H_{11}OH$ |
| d | C_6H_9OH | e | $C_6H_{11}OH$ | f | $C_6H_{13}OH$ |

問4 分子式 $C_{14}H_{18}O_4$ で表されるエステル 1 mol を酸を触媒として加水分解すると、化合物 A が 1 mol と化合物 B が 2 mol 生成する。A はベンゼン環をもち、加熱すると脱水反応が起こり、分子式 $C_8H_4O_3$ で表される化合物 C が得られる。B はヨードホルム反応を示す。(1) と (2) に答えなさい。

(1) 化合物 A ~ C に関する記述 a ~ f のうち、正しいものを一つ選びなさい。

- a A は塩化鉄 (III) 水溶液で呈色する。
- b A は 2 価アルコールである。
- c B の水溶液は酸性を示す。
- d B はフェーリング液を還元する。
- e C にはカルボキシ基が存在する。
- f C は、触媒を用いてナフタレンを酸化しても得られる。

(2) B には、B 自身を含めて何種類の構造異性体が存在するか。a ~ f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | 2 | b | 3 | c | 4 |
| d | 5 | e | 6 | f | 7 |

問5 3種類の芳香族化合物の混合物を分離するために操作Ⅰ～Ⅲを行った。(1)と(2)に答えなさい。

操作Ⅰ：分液ろうとに混合物のジエチルエーテル溶液と希塩酸を入れ、よく振り混ぜた後しばらく放置すると、上層Aと下層Bに分かれた。次に、上層Aを残し下層Bを取り出した。

操作Ⅱ：操作Ⅰで上層Aを残した分液ろうとに十分な量の炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜた後しばらく放置すると、上層Cと下層Dに分かれた。次に、上層Cを残し下層Dを取り出した。

操作Ⅲ：操作Ⅱで上層Cを残した分液ろうとに十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜた後しばらく放置すると、上層Eと下層Fに分かれた。

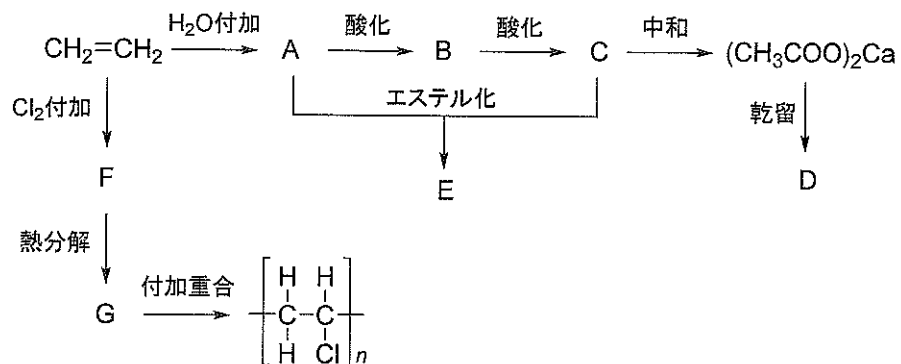
(1) 3種類の化合物がアニリン、サリチル酸、*p*-クレゾールするとき、下層B、下層D、下層Fのそれぞれに主成分として含まれる化合物の組合せとして最も適切なものをa～fから選びなさい。ただし、各層に含まれる化合物は、塩として存在することもある。

	下層 B	下層 D	下層 F
a	アニリン	サリチル酸	<i>p</i> -クレゾール
b	アニリン	<i>p</i> -クレゾール	サリチル酸
c	サリチル酸	<i>p</i> -クレゾール	アニリン
d	サリチル酸	アニリン	<i>p</i> -クレゾール
e	<i>p</i> -クレゾール	アニリン	サリチル酸
f	<i>p</i> -クレゾール	サリチル酸	アニリン

(2) 3種類の化合物の組合せ a～fのうち、操作Ⅰ～Ⅲでは一つずつの化合物に分離できないものをすべて選びなさい。

- a 安息香酸, *p*-キシレン, *p*-クレゾール
- b 安息香酸, *p*-キシレン, ニトロベンゼン
- c 安息香酸, サリチル酸, トルエン
- d サリチル酸, ニトロベンゼン, フェノール
- e アニリン, *p*-キシレン, サリチル酸
- f アニリン, サリチル酸, フェノール

問6 次の反応経路図中の反応生成物 A ~ G の示性式を a ~ o から一つずつ選びなさい。



- | | | | | | |
|---|--|---|------------------------------------|---|---|
| a | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | b | CH_3COOH | c | CH_3CHO |
| d | $\text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$ | e | $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$ | f | $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ |
| g | $\text{CH}_2=\text{CHOH}$ | h | $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ | i | $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ |
| j | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ | k | CH_3COCH_3 | l | $\text{CH}\equiv\text{CH}$ |
| m | $\text{CH}\equiv\text{CCH}_3$ | n | $\text{CH}_2=\text{CHOCOCH}_3$ | o | $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ |