

平成 21 年度
医学部医学科選抜・学士入学試験問題
(理 科)

物理 1～10 ページ

化学 11～22 ページ

生物 23～31 ページ

- 注 意：
1. 出願の際に選択した科目，2科目につき解答すること。
 2. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)にも受験番号と氏名を記入し，全面に大きく×印をつけて，机の右端に置くこと。
 3. 解答に際しては解答用紙(マークカード)記入上の注意をよく読み，誤りのないように入力すること。
 4. 問題用紙は解答用紙とともに机上において退出すること。持ち帰ってはいけない。

平成21年度
医学部医学科選抜・学士入学試験問題(化学)

- 注意事項
1. この科目の問題用紙は12ページ、解答用紙はマークカード1枚である。
解答用紙に受験者氏名と受験番号の記入を忘れないこと。
 2. 解答は必ず解答用紙(マークカード)記入上の注意をよく読んで、指定された箇所に記入すること(各問について1つだけマークすることに注意)。
 3. 問題用紙は解答用紙とともに机の上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。
 4. 必要があれば次の数値を用いよ。

原子量 H:1.0 C:12.0 O:16.0 Fe:55.8

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

【I】 次の[1]～[12]の問に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 次の分子のうち、非共有電子対を1組だけもつものはどれか。 1

- ① アンモニア ② 塩化水素 ③ 窒素 ④ 二酸化炭素 ⑤ 水

[2] 次のイオンの中から、アルゴン原子と同じ電子配置をもつものを2つ選べ。 2

- a. カルシウムイオン b. 酸化物イオン c. ナトリウムイオン
d. フッ化物イオン e. マグネシウムイオン f. 硫化物イオン

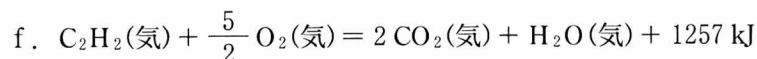
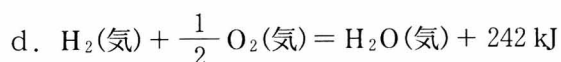
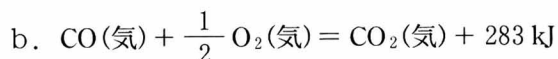
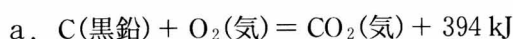
- ① a, c ② a, d ③ a, f ④ b, c ⑤ b, d
⑥ b, f ⑦ c, d ⑧ c, e ⑨ d, e ⑩ e, f

[3] 次の操作で起こる反応において、下線を引いた物質が酸化剤として働くものはどれか。

3

- ① 亜鉛を塩酸に溶かす。
- ② 水を酸化カルシウムに加える。
- ③ 黒鉛の粉末を酸化銅(Ⅱ)に混ぜて加熱する。
- ④ 気体の塩素を臭化カリウム水溶液に通じる。
- ⑤ 気体の硫化水素を二酸化硫黄の水溶液に通じる。

[4] 反応熱に関する①～⑤の記述のうち、誤っているものはどれか。熱化学方程式 a～f を参考にして答えよ。



- ① 水の蒸発は吸熱変化である。
 ② メタンの生成熱は 75 kJ/mol である。
 ③ 一酸化炭素の生成熱は 111 kJ/mol である。
 ④ アセチレンの生成熱は -183 kJ/mol である。
 ⑤ 一酸化炭素と水蒸気から二酸化炭素と水素が生成する反応は、発熱反応である。

[5] 次の分子の中から、無極性分子を2つ選べ。

a. エチレン

b. 塩化ビニル

c. 1,1-ジクロロエチレン

d. シス-1,2-ジクロロエチレン

e. トランス-1,2-ジクロロエチレン

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
 ⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

[6] 天然のガリウム Ga には ^{69}Ga と ^{71}Ga の2種の同位体が存在し、Ga の原子量はこの2種の同位体の相対質量と存在比(原子数百分率)により決まる。 ^{69}Ga と ^{71}Ga の相対質量はそれぞれ 68.9 と 70.9 であり、Ga の原子量は 69.7 である。 ^{69}Ga の存在比は何%か。

- ① 35 ② 40 ③ 45 ④ 50 ⑤ 55
 ⑥ 60 ⑦ 65 ⑧ 70 ⑨ 75 ⑩ 80

化学—3

[7] 次の記述の中から、正しいものを2つ選べ。 7

- a. 希ガス原子のすべてが最外殻に8個の電子をもっているが、いずれも価電子数は0である。
- b. オゾンをヨウ化カリウム水溶液に通じると、 I^- が酸化されて I_2 が生成する。
- c. ハロゲンの単体はいずれも二原子分子からなり、常温・常圧ですべて気体として存在する。
- d. 斜方硫黄と単斜硫黄はいずれも硫黄の単体であり、両方とも環状の分子 S_8 からできている。
- e. 黄リンと赤リンはいずれもリンの単体であり、両方とも分子 P_4 だけからなる固体として存在する。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

[8] 次の記述のうち、誤っているものはどれか。 8

- ① フッ化水素は、塩化水素に比べて分子量は小さいが沸点は高い。
- ② 塩化水素は水に溶けやすく、その水溶液は塩酸とよばれる。
- ③ 臭化水素の水溶液は弱酸である。
- ④ 塩化銀、臭化銀、ヨウ化銀は、いずれも水に溶けにくい。
- ⑤ 臭化銀に光が当たると銀が遊離する。

[9] 次の記述のうち、誤っているものはどれか。 9

- ① 過酸化水素の水溶液に酸化マンガン(IV)を加えると酸素が発生する。
- ② 硫黄を空気中で燃焼させると二酸化硫黄が発生する。
- ③ 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると硫化水素が発生する。
- ④ 銅に希硝酸を加えると水素が発生する。
- ⑤ 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱するとアンモニアが発生する。

[10] 次の記述のうち、正しいものはどれか。 10

- ① 水酸化アルミニウムは水酸化ナトリウム水溶液にもアンモニア水にも溶ける。
- ② 塩化鉛(II)は冷水には溶けにくい、熱湯には溶ける。
- ③ 水酸化亜鉛はアンモニア水には溶けるが、水酸化ナトリウム水溶液には溶けない。
- ④ 水酸化銅(II)にアンモニア水を加えると溶けて無色透明な水溶液になる。
- ⑤ 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると白色沈殿を生じる。

[11] 次の組み合わせのうち、互いに異性体の関係にないものはどれか。 11

- ① *o*-キシレン, スチレン
- ② マレイン酸, フマル酸
- ③ シクロブタン, シス-2-ブテン
- ④ テレフタル酸, フタル酸
- ⑤ グルコース(ブドウ糖), フルクトース(果糖)

[12] 標準状態で 2 L のプロパンを完全燃焼させるときに反応する酸素の物質量は、標準状態で 1 L のメタンを完全燃焼させるときに反応する酸素の物質量の何倍か。 12

- ① 2
- ② 2.5
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5

【II】 次の[1]～[5]の問に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 下の枠内には、金属元素をその単体のイオン化傾向の大きいものから順に並べてある。これを参考にして、a～e の記述の中から、誤っているものを 2 つ選べ。 13

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

- a. Cu, Hg, Ag, Pt, Au の単体は、いずれも王水と反応する。
- b. K, Ca, Na, Mg の水酸化物は、いずれも水によく溶ける。
- c. Al, Zn, Fe の単体は、いずれも高温の水蒸気と反応して水素を発生する。
- d. K, Ca, Na の酸化物が水に溶けると、いずれも水酸化物イオンを生じる。
- e. Ni, Sn, Pb の単体は、いずれもイオン化傾向は水素より大きい、常温で希塩酸や希硫酸に溶けにくい。

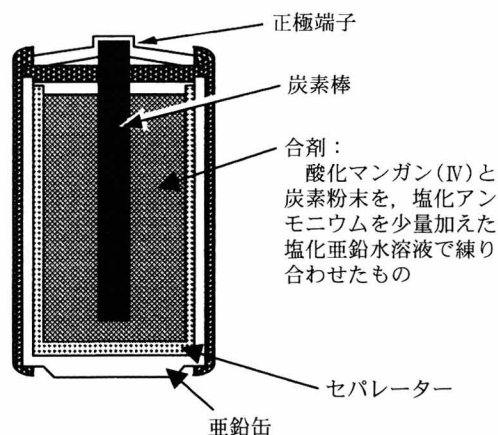
- ① a, b
- ② a, c
- ③ a, d
- ④ a, e
- ⑤ b, c
- ⑥ b, d
- ⑦ b, e
- ⑧ c, d
- ⑨ c, e
- ⑩ d, e

化学—5

[2] 図に示すマンガン乾電池に関する次の記述の

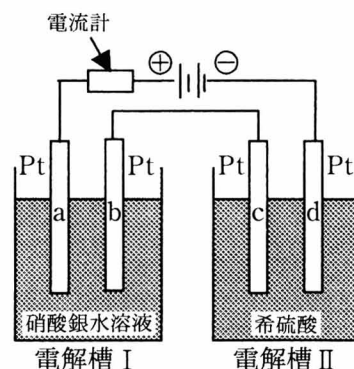
うち、誤っているものはどれか。 14

- ① この電池は一次電池である。
- ② 負極活物質は亜鉛である。
- ③ 負極は合剤の塩化亜鉛である。
- ④ 正極活物質は酸化マンガン(IV)である。
- ⑤ 合剤に含まれる塩化アンモニウムは、電解液の成分として利用されている。



[3] 次の記述のうち、正しいものはどれか。 15

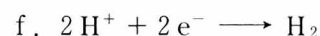
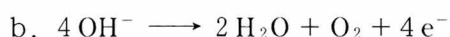
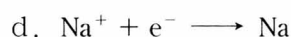
- ① 希硫酸中に亜鉛板と銅板とを浸してつくった電池で豆電球を点灯させたところ、すぐに暗くなったが、過酸化水素水を加えるともとの明るさにもどった。このとき、過酸化水素は負極で水素の発生を抑えている。
- ② 鉛蓄電池で放電を続けて、 $9.65 \times 10^4 \text{ C}$ の電気量を電池からとり出すと、 2 mol の硫酸が消費される。
- ③ 鉄板に亜鉛をめっきしたトタンの表面に傷がついて鉄が露出し、雨水により局部的に電池が形成された。このとき、亜鉛が正極となっている。
- ④ 図に示すように、白金電極をもつ2つの電解槽をつないで、ある一定の電流を通じて電気分解を行った。このとき、電流計を流れた電気量を Q 、電解槽IとIIを流れた電気量をそれぞれ Q_1 、 Q_2 とすると、 $Q = Q_1 + Q_2$ である。
- ⑤ 図に示す電気分解では、電極aと電極cで起こる反応は同じである。



[4] 水酸化ナトリウムは、塩化ナトリウム水溶液をイオン交換膜法で電気分解してつくられる。その際、炭素を陽極、鉄を陰極として用いる。陽極で起こる反応と、陰極で起こる反応が順に並んでいる組み合わせはどれか。ただし、陽極で起こる反応はa～cより、陰極で起こる反応はd～fより選べ。 16

<陽極>

<陰極>



- ① a, d ② a, e ③ a, f ④ b, d ⑤ b, e
- ⑥ b, f ⑦ c, d ⑧ c, e ⑨ c, f

[5] 白金電極を使って、うすい水酸化ナトリウム水溶液に i [A] の電流を t 秒間通じて電気分解すると、陰極に水素が V [L] (標準状態) 発生した。電子 1 個の電気量を Q [C]、気体定数を R [atm·L/(K·mol)] とすると、アボガドロ定数 [/mol] を表す式はどれか。 17

- ① $\frac{273 QV}{iRt}$ ② $\frac{QV}{273 iRt}$ ③ $\frac{273 iR}{2 QtV}$
 ④ $\frac{273 iRt}{2 QV}$ ⑤ $\frac{273 iRt}{QV}$ ⑥ $\frac{546 iRt}{QV}$

【Ⅲ】 次の文章を読み、[1]～[5]の問に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

実在気体が理想気体からどれだけずれているかを示す値として、圧縮率因子 Z がある。 Z は気体の体積を V 、圧力を p 、温度を T 、物質量を n 、気体定数を R とすると、 $Z = pV/(nRT)$ で表される。理想気体では $pV = nRT$ が成り立つので $Z = 1$ であるが、実在気体では分子自身の体積や分子間の引力の影響のため、必ずしも $Z = 1$ にならない。

[1] 5.00 mol のエチレンの気体の体積 V は、温度 $T = 200$ K、圧力 $p = 1.00 \times 10^5$ Pa において 81.6 L であった。このときの Z の値は $x.yz$ である。ただし、 x は 1 位、 y は小数点以下第 1 位、 z は小数点以下第 2 位の数字を示す。 x, y, z それぞれに当てはまる数字はどれか。同じ選択肢を何回使ってもよい。ただし、気体定数の値は $R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とせよ。

x は 18 , y は 19 , z は 20 である。

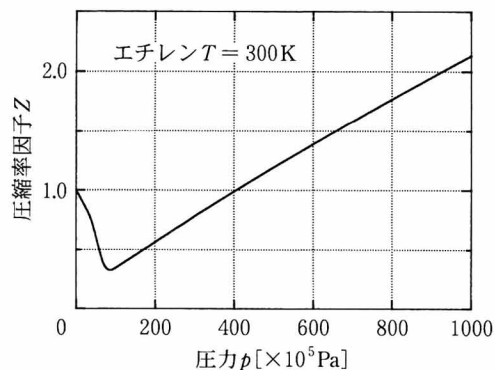
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

化学—7

[2] 図Aは300 Kにおけるエチレンの Z と p の関係を示すグラフである。この温度におけるエチレン1 molの p と V の関係を正しく示しているものはどれか。なお、選択肢のグラフ中の点線は理想気体の場合の p と V の関係を示している。また、この温度、圧力の範囲内では凝縮は起こらない。

21

図A



- ①

②

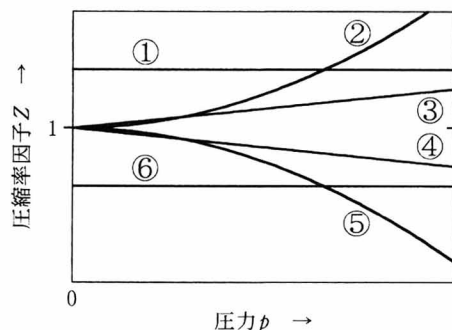
③

④

⑤

⑥
- Each graph shows pressure p [$\times 10^5$ Pa] on the y-axis (0 to 800) and volume V [L] on the x-axis (0 to 0.8). A dashed line represents the ideal gas law ($p \propto 1/V$). The solid lines represent the real gas behavior of ethylene at 300 K, which should show a minimum in pressure at a certain volume.

[3] 実在気体で Z の値が1からずれる原因の1つは、分子自身が体積をもつことである。分子自身の体積のために、気体分子が動き回れる体積は、実際に測定された気体の体積よりも減少する。1 mol の分子におけるこの減少の大きさを b とすると、物質質量 n [mol]の気体分子が動き回れる体積は、実際に測定された気体の体積 V ではなく、 $V-nb$ になる。



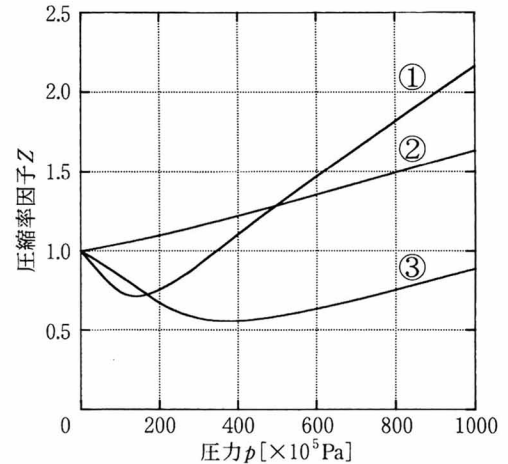
b は分子によって異なる正の定数である。分子自身の体積による影響だけを考えてとき、その補正を行うには、理想気体における気体の状態方程式 $pV = nRT$ の V の代わりに $V-nb$ を用いる。このときの Z と圧力 p の関係を正しく表しているのは、図の①～⑥の線のうちどれか。 22

[4] 分子自身に体積があることだけでなく、分子間に引力が働くことも、実在気体で Z の値が1からずれる原因である。分子同士が互いに引き合うと、同じ温度 T 、同じ圧力 p の理想気体と比べて体積 V が小さくなるので、 Z は小さくなる。どちらの影響が強くなるかは分子の種類や分子間の距離による。物質質量 n が一定の場合、体積 V が小さくなるにしたがって分子間の距離は小さくなる。これらのことおよび[2]の問の図Aから判断して、温度 $T = 300$ Kのエチレンについていえることとして、正しいものはどれか。 23

- ① 分子同士が近づくにつれて、まず分子自身の体積の影響が強くなり、さらに分子同士が近づくと分子間の引力の影響が強くなる。
- ② 分子同士が近づくにつれて、まず分子間の引力の影響が強くなり、さらに分子同士が近づくと分子自身の体積の影響が強くなる。
- ③ 分子同士が近づくにつれて、分子自身の体積の影響は現れているが、分子間の引力の影響は現れていない。
- ④ 分子同士が近づくにつれて、分子間の引力の影響は現れているが、分子自身の体積の影響は現れていない。
- ⑤ 分子同士が近づいても、分子自身の体積の影響も分子間の引力の影響も現れていない。

化学—9

[5] 図の①～③の線のそれぞれは、500 Kにおけるアンモニア、窒素、プロパンのいずれかの Z と p の関係を示している。アンモニアの分子間の引力は他よりも強く、窒素の分子間の引力は他よりも弱く、プロパン分子の体積は他よりも大きい。アンモニア、窒素、プロパンそれぞれに当てはまるものはどれか。なお、この温度、圧力の範囲内では、いずれの物質にも凝縮は起こらない。



- アンモニア
- 窒素
- プロパン

【IV】 次の[1]～[3]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 塩化ナトリウムの飽和水溶液に化合物Aを十分に溶かし、次に二酸化炭素を吹き込むと、化合物Bの沈殿が得られた。この沈殿を分離して水に溶かしたところ、水溶液は弱塩基性を示した。化合物Bを熱分解したところ、二酸化炭素、水および化合物C(固体)が生成した。AとCに当てはまる化合物が順に並んでいるものはどれか。

- ① $\text{NH}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3$ ② $\text{NH}_3, \text{NaHCO}_3$ ③ $\text{NH}_3, \text{NH}_4\text{Cl}$
 ④ $\text{KOH}, \text{NaHCO}_3$ ⑤ KOH, KCl ⑥ $\text{KOH}, \text{KHCO}_3$

[2] 硫酸銅(II)五水和物は、 $T_1[^\circ\text{C}]$ において $W[\text{g}]$ の水に $P[\text{g}]$ まで溶ける。硫酸銅(II)五水和物の式量を a 、無水塩である硫酸銅(II)の式量を b とするとき、 $T_1[^\circ\text{C}]$ における硫酸銅(II)の水に対する溶解度を表す式はどれか。ただし、固体の溶解度は、溶媒 100 g に最大限まで溶けた溶質の質量(g)の値とする。

- ① $\frac{100 aP}{a(P+W)+bP}$ ② $\frac{100 aP}{a(P+W)-bP}$ ③ $\frac{100 bP}{a(W-P)+bP}$
 ④ $\frac{100 bP}{a(W-P)-bP}$ ⑤ $\frac{100 aP}{(a-b)P-aW}$ ⑥ $\frac{100 aP}{(a-b)P+bW}$
 ⑦ $\frac{100 bP}{(a-b)P+aW}$ ⑧ $\frac{100 bP}{(a-b)P+bW}$

[3] 鉄は、鉄鉱石を溶鉱炉でコークスなどと加熱し、主に、このとき生じる一酸化炭素で鉄の酸化物を還元してつくられる。次の(1)~(3)の問に答えよ。

(1) 次の記述のうち、誤っているものはどれか。 29

- ① 溶鉱炉で得られた鉄を銑鉄という。
- ② 銑鉄は建築物の構造材として広く用いられる。
- ③ 溶鉱炉で得られた鉄を転炉に入れて酸素を吹き込むと鋼が得られる。
- ④ 鋼は弾性に富み、強じんである。
- ⑤ 鉄は湿った空気中ではさびるが、クロムとニッケルを加えた合金はさびにくい。

(2) 次の記述のうち、誤っているものはどれか。 30

- ① 鉄の単体は灰白色の金属で比較的軟らかい。
- ② 鉄の酸化物である四酸化三鉄 Fe_3O_4 は黒さびともよばれる。
- ③ 鉄の単体は濃硝酸には不動態となる。
- ④ 鉄を希硫酸と反応させた溶液を濃縮すると硫酸鉄(Ⅱ)七水和物 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ が得られる。
- ⑤ 鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} は酸化されやすく、酸化されると淡緑色の鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} になる。

(3) 鉄鉱石の1つである赤鉄鉱 (Fe_2O_3) が溶鉱炉中で一酸化炭素で還元されて、不純物として炭素だけを含む純度 96.0 % (質量比) の鉄 581 kg が生じるとき、 Fe_2O_3 の還元に使われる一酸化炭素の質量は何 kg か。ただし、この赤鉄鉱には Fe_2O_3 以外の鉄の化合物は含まれないものとする。 31

- ① 280 ② 304 ③ 420 ④ 437 ⑤ 456 ⑥ 660

化学—11

【V】 次の[1]，[2]の問に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 次の(1)～(3)の問に答えよ。

(1) 有機化合物の成分元素を検出する方法に関する次の記述の中から、正しいものを2つ選べ。

- a. 硫黄が存在すれば、試料にナトリウムの単体を加え、加熱して反応させると硫化ナトリウムが生成するので、生成物を水に溶かして酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿が生じる。
- b. 窒素が存在すれば、試料にソーダ石灰を加え、加熱して反応させると二酸化窒素が生成するので、発生した気体を水に通じ、その水溶液を青色リトマス紙につけるとリトマス紙の色が赤色になる。
- c. 塩素が存在すれば、焼いた銅線に試料をつけて燃焼させると塩化銅(Ⅱ)が生成するので、青緑色の炎色反応が見られる。
- d. 水素が存在すれば、試料を完全燃焼させると水が生成するので、生成した液体を硫酸銅(Ⅱ)無水塩に触れさせると結晶の色が青から白に変化する。

① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

(2) 分子式 C_7H_nO で示される化合物 58 mg を完全燃焼させたところ 72 mg の水が生じた。 n に当てはまる数字はどれか。

① 8 ② 10 ③ 12 ④ 14 ⑤ 16

(3) 分子式 $C_4H_{10}O$ で示される2種のアアルコールA，Bがある。A，Bのそれぞれに、硫酸酸性で二クロム酸カリウムを十分に作用させたところ、Aは酸化されたが、Bは酸化されなかった。また、A，Bのそれぞれに水酸化ナトリウムとヨウ素を加えて加熱したところ、Aでは黄色沈殿を生じたが、Bでは沈殿を生じなかった。A，Bに当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。

- ① 1-ブタノール，2-メチル-1-プロパノール
- ② 2-ブタノール，2-メチル-1-プロパノール
- ③ 1-ブタノール，2-メチル-2-プロパノール
- ④ 2-ブタノール，2-メチル-2-プロパノール
- ⑤ 2-メチル-1-プロパノール，1-ブタノール
- ⑥ 2-メチル-2-プロパノール，1-ブタノール
- ⑦ 2-メチル-1-プロパノール，2-ブタノール
- ⑧ 2-メチル-2-プロパノール，2-ブタノール
- ⑨ 1-ブタノール，2-ブタノール
- ⑩ 2-メチル-1-プロパノール，2-メチル-2-プロパノール

