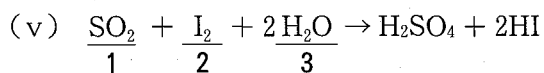
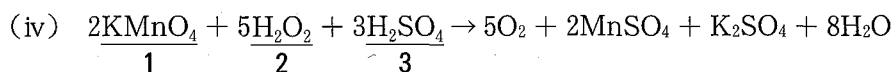
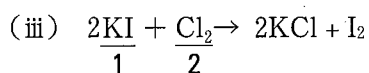
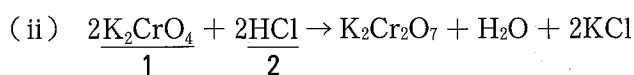
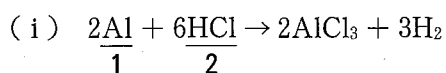


1. ～ 6. の各問に答えなさい。解答はマークシートの解答欄に該当する数値をマークしなさい。  
また、指定された問題では解答用紙の所定の欄に解答を記入しなさい。必要があれば、原子量を  
H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0 とし、また、 $\log_{10}2 = 0.301$ ,  $\log_{10}3 = 0.477$ ,  $\log_{10}7 = 0.845$  とし  
て計算しなさい。計算の答は四捨五入して指定された桁まで求めなさい。

1. 以下の〔1〕～〔3〕の問に答えなさい。

〔1〕 次の (i) から (v) の反応が左側から右側に進むとき、酸化還元反応でないものは、  
0 (ゼロ) をマークしなさい。酸化還元反応であるものは、酸化剤の働きをしている化合物  
の番号を 1 ～ 3 の中から 1 つを選びマークしなさい。(i) ～ (v) の解答は、それぞれマー  
クシート解答欄の (1) ～ (5) にマークしなさい。



〔2〕 ある金属の結晶の単位格子の 1 辺の長さは  $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。また、1 原子当たりの  
質量は  $1.05 \times 10^{-22} \text{ g}$  であり、結晶の密度は  $9.0 \text{ g/cm}^3$  である。この金属の単位格子中には  
何個の原子が含まれるか答えなさい。解答はマークシート解答欄の (6) にマークしな  
さい。

〔3〕 不揮発性物質  $7.0 \text{ g}$  が溶けている  $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  の溶液が  $27^\circ\text{C}$  で示す浸透圧は  $3.5 \times 10^2$   
Pa であった。この物質の分子量は、a . b  $\times 10^{\text{span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">c}}$  である。なお、希薄な溶液の浸透圧に  
ついては、ファンツホッフの式  $\Pi = cRT$  の関係が成り立つ。 $\Pi$  は浸透圧、 $c$  はモル濃度、  
 $T$  は絶対温度、気体定数  $R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$ ,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ J/m}^3$  とする。

a ～ c に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (7) ～ (9) にマークし  
なさい。ただし、a には 0 以外の数値をマークしなさい。

2. 7種類の金属イオンを含む中性の試料水溶液について、右図のように沈殿を分離した。

〔1〕～〔4〕の間に答えなさい。

〔1〕 7種類の沈殿A～Gに含まれる金属イオンを下記の選択肢から選び、その番号をそれぞれ順にマークシート解答欄の (10) ～ (16) にマークしなさい。

0.  $\text{Ag}^+$       1.  $\text{Al}^{3+}$       2.  $\text{Ba}^{2+}$       3.  $\text{Ca}^{2+}$       4.  $\text{Cu}^{2+}$

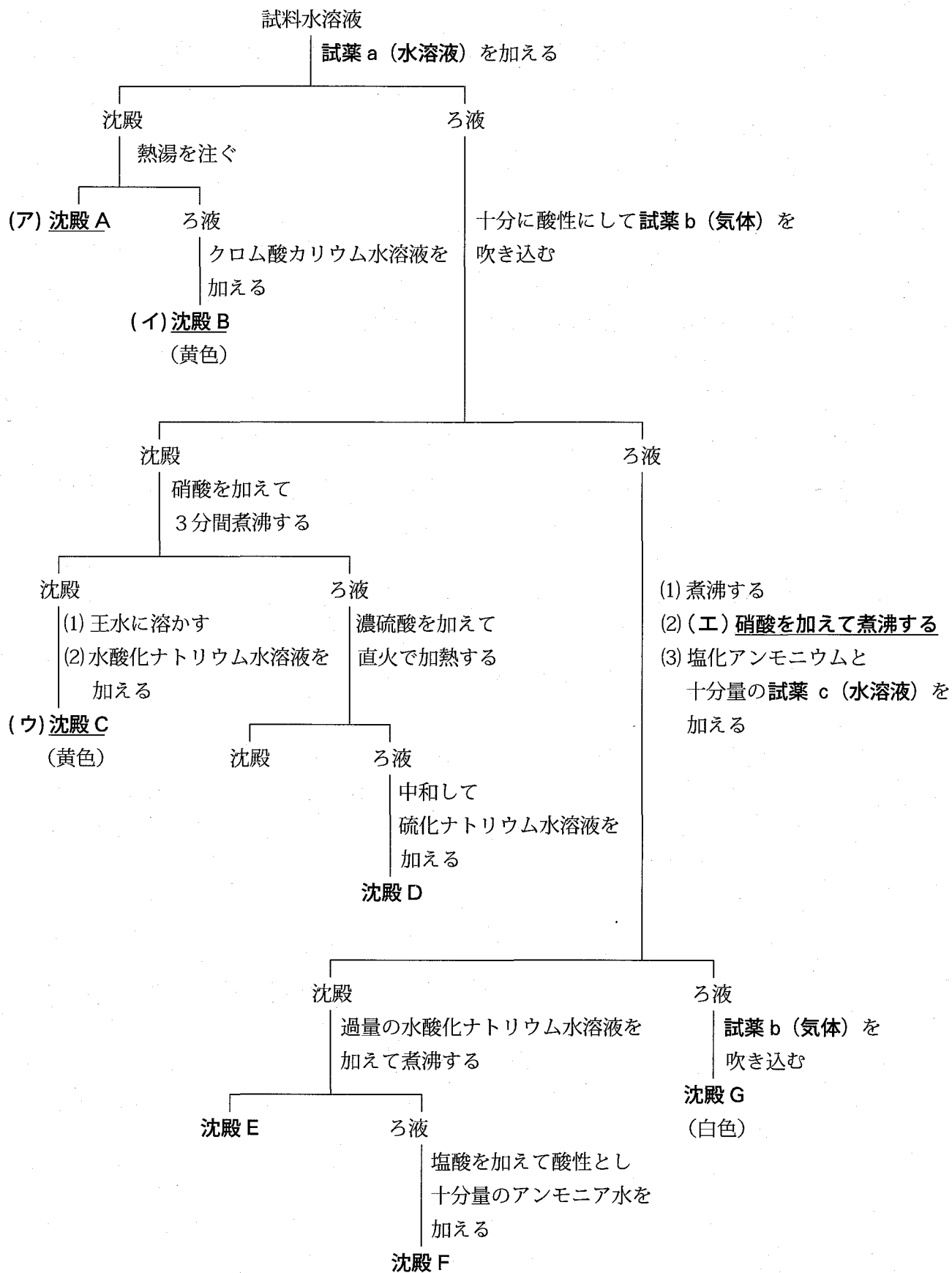
5.  $\text{Fe}^{3+}$       6.  $\text{Hg}^{2+}$       7.  $\text{Na}^+$       8.  $\text{Pb}^{2+}$       9.  $\text{Zn}^{2+}$

〔2〕 試薬a～cに適する化合物を下記の選択肢から選び、その番号をそれぞれ順にマークシート解答欄の (17) ～ (19) にマークしなさい。

1.  $\text{CO}_2$       2.  $\text{HCl}$       3.  $\text{H}_2\text{S}$       4.  $\text{NH}_3$

〔3〕 下線部(ア)については、沈殿Aはアンモニア水を加えたとき溶解するが、そのとき生成する化合物の化学式を解答用紙の所定の欄に書きなさい。また、下線部(イ)、下線部(ウ)についてはそれぞれ沈殿B、沈殿Cの化学式を解答用紙の所定の欄に書きなさい。

〔4〕 下線部(エ)の操作を行う理由を解答用紙の所定の欄に書きなさい。



3. 水蒸気蒸留に関する〔1〕～〔3〕の間に答えなさい。

水と溶け合わない液体に水蒸気を通じて蒸留すると、この液体は水の沸点より低い温度で水蒸気とともに留出する。その液体の蒸気圧と水の蒸気圧の和が大気圧  $1.01 \times 10^2 \text{ kPa}$  となる温度で沸騰する。この方法を水蒸気蒸留と呼び、右図のような装置で昔から香料の抽出など熱に弱い物質の蒸留に用いられている。

- 〔1〕 水蒸気蒸留の原理は、以下のとおりである。文章中の記号を用いて  ア  ,  イ に当てはまる適切な式を解答用紙の所定の欄に記しなさい。

水蒸気蒸留を行う液体 (X) の蒸気圧を  $P_x$ 、水の蒸気圧を  $P_w$  とすると混合蒸気的全圧  $P$  は、① 式で表せる。

$$P = P_x + P_w \cdots \cdots \textcircled{1}$$

この混合溶液は、全圧  $P$  が大気圧に達したとき、別々に存在するときよりも低い温度で沸騰する。このとき混合蒸気中の X の物質量を  $n_x$ 、水の物質量を  $n_w$  とすると、混合蒸気中の物質量の比は、次の② 式になる。

$$\frac{n_x}{n_w} = \text{ア} \cdots \cdots \textcircled{2}$$

従って、留出液中の X の質量を  $W_x$ 、水の質量を  $W_w$ 、X の分子量を  $M_x$ 、水の分子量を  $M_w$  とすると、留出液中の質量比は以下の③ 式で表せる。

$$\frac{W_x}{W_w} = \text{イ} \cdots \cdots \textcircled{3}$$

- 〔2〕 大気圧  $1.01 \times 10^2 \text{ kPa}$  でのベンゼンの沸点は  $80.1^\circ\text{C}$  であるが、水蒸気蒸留装置を用いて蒸留したところ、 $69.3^\circ\text{C}$  で水とともに留出した。 $69.3^\circ\text{C}$  における水の蒸気圧は  $30 \text{ kPa}$  で、ベンゼンと水は、ほとんど溶解し合わないものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (i)  $69.3^\circ\text{C}$  におけるベンゼンの蒸気圧は  a  b  $\text{kPa}$  である。

a  ,  b に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (20) , (21) にマークしなさい。

- (ii)  $69.3^\circ\text{C}$  で留出するベンゼンの物質量  $n_B$ 、水の物質量  $n_w$  とすると物質量の比は、

$$\frac{n_B}{n_w} = \text{c} \cdot \text{d} \text{ である。 } \text{c} , \text{d} \text{ に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (22) , (23) にマークしなさい。}$$

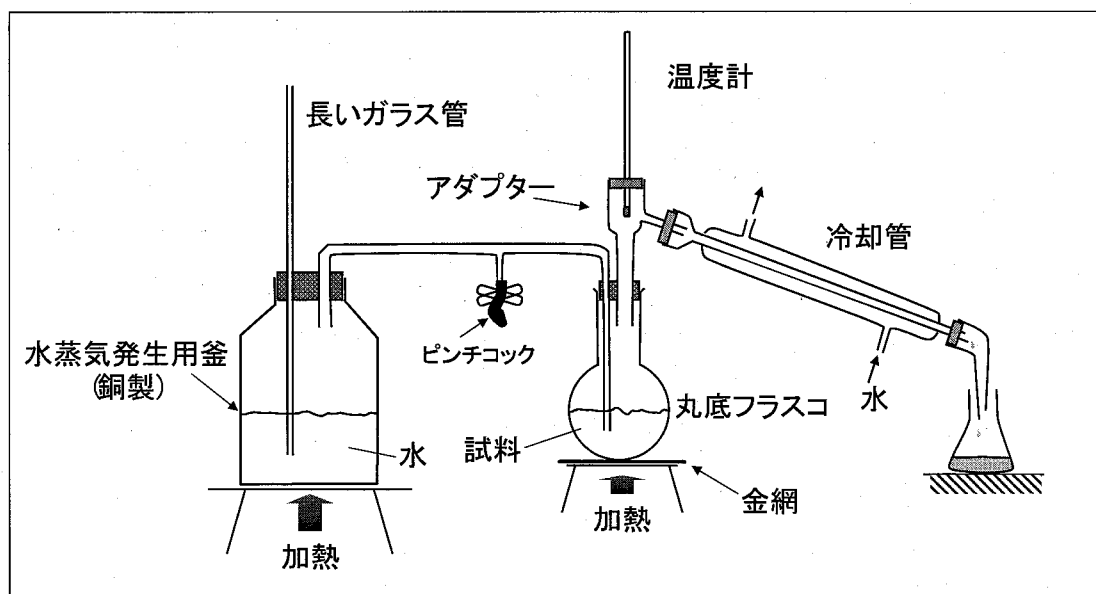
- (iii) 水蒸気とともに留出する留出液  $100 \text{ g}$  中のベンゼンは  e  f  $\text{g}$  である。

e  ,  f に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (24) , (25) にマークしなさい。

〔3〕 水と溶け合わない高沸点化合物 A（ベンゼン環を含む）を大気圧のもとで水蒸気蒸留を行ったところ、98.5℃で水とともに留出した。その留液中には、A が質量百分率で 26.9 % 含まれていた。

A の分子量は、  であることから、化合物 A は  と推定できる。ただし、98.5℃における水の蒸気圧は 94.3 kPa とする。

,  に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の ,  にマークしなさい。ウの化合物名を解答用紙の所定の欄に書きなさい。



4. 水酸化ナトリウム水溶液による食酢の滴定に関する〔1〕～〔4〕の間に答えなさい。

ただし、食酢には酸として酢酸のみが含まれるものとし、水のイオン積を  $K_w = 1 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup> とする。

〔1〕 食酢 10.0 mL を取り、これに水を加えて 50.0 mL とした (溶液 A)。溶液 A を 12.0 mL 取り、0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、18.0 mL 要した。

(i) もとの食酢中の酢酸の濃度は  a  .  b   c mol/L である。

(ii) もとの食酢の密度を 1.00 g/cm<sup>3</sup> とすると、酢酸の質量パーセント濃度は  d  .  e % である。

(iii) 中和点における酢酸ナトリウムの濃度は、 f  .  g   h mol/L である。

a ～  h に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (28) ～ (35) にマークしなさい。

〔2〕 溶液 A 12.0 mL に 0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 3.0 mL を加えたときの溶液の pH は 4.00 であった。

酢酸は  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  のように電離するが

酢酸の電離定数 ( $K_a$ ) を  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ ,  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ ,  $[\text{H}^+]$  で表すと、

$K_a =$   ア で与えられ、

その値を有効数字 2 桁まで求めると、 i  .  j  $\times 10^{-\text{k}}$  mol/L となる。

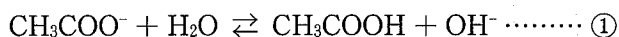
ただし、酢酸ナトリウムは酢酸イオンとナトリウムイオンに完全に電離しているものとする。

ア に当てはまる適切な式を解答用紙の所定の欄に記入し、 i ～  k に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (36) ～ (38) にマークしなさい。ただし  i には 0 以外の数値をマークしなさい。

〔3〕 溶液 A の pH を小数第 2 位まで求めると  l  .  m   n である。

l ～  n に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (39) ～ (41) にマークしなさい。

- 〔4〕 中和点における溶液の pH を求める。中和点での生成物である酢酸ナトリウムの濃度を  $c \text{ mol/L}$  とする。酢酸ナトリウムから電離した酢酸イオンは ① のように水と反応して水酸化物イオンを生成する。



これを塩の加水分解といい、加水分解定数を  $K_h$  とすると、

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \text{ となる。}$$

$K_h$  を酢酸の電離定数  $K_a$  と水のイオン積  $K_w$  で表すと、

$$K_h = \boxed{\text{イ}} \text{ となる。}$$

式 ① において酢酸と水酸化物イオンは等量生成し、これらの生成量は酢酸ナトリウムの濃度  $c \text{ mol/L}$  に比べて十分小さいものとする。この条件下、水酸化物イオンの濃度を  $c$  と  $K_h$  によって表すと、

$$[\text{OH}^-] = \boxed{\text{ウ}} \text{ となる。}$$

従って、中和点での溶液の水素イオン濃度を、 $c$ 、 $K_a$ 、 $K_w$  で表すと、

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \boxed{\text{エ}} \text{ となる。}$$

〔1〕の (iii) で求めた中和点における酢酸ナトリウムの濃度、〔2〕で求めた酢酸の電離定数  $K_a$  の値を使って、中和点での溶液の pH を小数第 2 位まで求めると、 $\boxed{\text{o}}.\boxed{\text{p}}\boxed{\text{q}}$  となる。

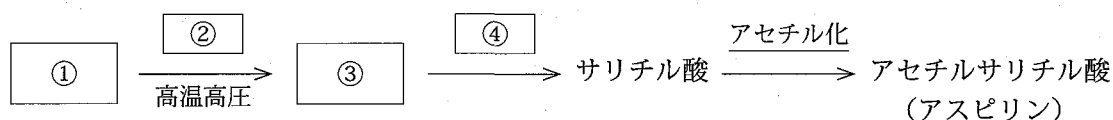
$\boxed{\text{イ}} \sim \boxed{\text{エ}}$  には当てはまる適切な式を解答用紙の所定の欄に記入し、 $\boxed{\text{o}} \sim \boxed{\text{q}}$  に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の  $\boxed{(42)} \sim \boxed{(44)}$  にマークしなさい。

5. 解熱鎮痛薬のアスピリン（アセチルサリチル酸）に関する〔1〕～〔5〕の間に答えなさい。

昔から、カワヤナギ (*Salix alba*) の葉と小枝を煎じて飲むと、熱が下がり痛みが和らぐことが知られていた。19 世紀にはこの植物からサリシンという有効成分が抽出された。サリシンからはサリチル酸が得られ、これが解熱鎮痛作用を示す物質であることが明らかとなったが、サリチル酸には胃潰瘍などの強い副作用があった。その後、サリチル酸のヒドロキシ基をアセチル化することにより、この副作用が抑えられることが分かり、1899 年にアスピリンが発売された。

〔1〕 サリシンは、サリチル酸のカルボキシル基がアルコールに還元されたサリチルアルコールのフェノール性ヒドロキシ基と、グルコースが  $\beta$ -グリコシド結合したものである。サリシンの構造式を解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

〔2〕 アスピリンは以下の反応式のようにナトリウムフェノキシド ① から化学的に合成することができる。① と ③ は構造式を、② と ④ は化学式を解答用紙の所定の欄に記入しなさい。



〔3〕 下線部アセチル化に必要な試薬 ⑤ の構造式を解答用紙の所定の欄に記入しなさい。また、サリチル酸 10 g と ⑤ 18 g からアスピリンは理論的には、 $\boxed{\text{a}}$   $\boxed{\text{b}}$  g 生成する。

$\boxed{\text{a}}$ ,  $\boxed{\text{b}}$  に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の  $\boxed{(45)}$ ,  $\boxed{(46)}$  にマークしなさい。

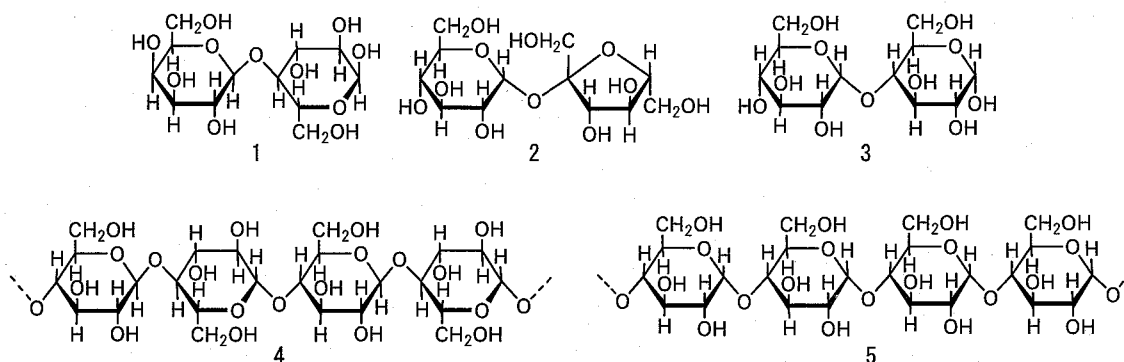
〔4〕 とともに白色粉末であるアスピリンとサリチル酸を簡便に区別するには、どのような試薬の水溶液を加えればよいか。その試薬の化合物名または化学式を所定の解答欄に記入しなさい。

〔5〕 発熱や痛みを起こす原因物質であるプロスタグランジンを生成する酵素はシクロオキシゲナーゼと呼ばれる。アスピリンは、シクロオキシゲナーゼに含まれる、あるアミノ酸残基のヒドロキシ基をアセチル化することにより、この酵素の働きを阻害し、解熱鎮痛作用を発揮する。このアミノ酸を次の 1～8 の中から選び  $\boxed{(47)}$  にマークしなさい。

- |         |             |           |          |
|---------|-------------|-----------|----------|
| 1. アラニン | 2. グリシン     | 3. グルタミン酸 | 4. システイン |
| 5. セリン  | 6. フェニルアラニン | 7. メチオニン  | 8. リシン   |



6. 次の糖類1～5に関する〔1〕～〔3〕の問に答えなさい。ただし、4、5は多糖である。



〔1〕 以下の（ア）～（カ）の文に当てはまる糖類1～5の番号を、それぞれ順にマークシート解答欄の〔48〕～〔53〕にマークしなさい。なお、当てはまる番号がない場合は0をマークしなさい。

- （ア） 熱水にも有機溶媒にも溶けないもの
- （イ） フェーリング反応を示し、乳汁中に含まれるもの
- （ウ） 加水分解により転化糖が得られるもの
- （エ） 植物の細胞壁を構成する主成分であるもの
- （オ）  $\beta$ -グルコースが2分子でできた二糖で、甘みはほとんどないもの
- （カ） ヨウ素と反応して青紫色を呈するもの

〔2〕 糖3を加水分解した単糖は、水溶液中で開環（鎖状）構造と閉環（環状）構造の平衡状態で存在する。以下の問に答えなさい。

- （i） 開環構造を解答用紙の所定の欄に書きなさい。ただし原子は省略しないこと。
- （ii） 開環構造における立体異性体はいくつ存在するか。次の中から選び、番号をマークシート解答欄の〔54〕にマークしなさい。

1. 2      2. 4      3. 8      4. 12      5. 16  
6. 20      7. 28      8. 32      9. 64

- （iii） 糖3 34.2 gを酵素マルターゼで完全に加水分解した後、生成した単糖を酵素群（チマーゼ）と反応させると、二酸化炭素とエタノールに変化する。ここで生成したエタノールは、〔a〕〔b〕〔c〕gである。

〔a〕～〔c〕に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の〔55〕～〔57〕にマークしなさい。

〔3〕 糖 4 に濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、糖 4 のヒドロキシ基の一部がエステル化された「化合物 A」を生じる。糖 4 18.0 g から「化合物 A」が 28.0 g 得られた。このとき、糖 4 のヒドロキシ基でエステル化されなかったものは、ヒドロキシ基全体の   % である。

,  に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の  ,  にマークしなさい。

平成21(2009)年度 薬学部 問題補足説明

教科・科目	補足説明
理科	p.7 3. [3] 2行目 質量百分率(=質量パーセント濃度)