

理 科

平成 23 年度

入 学 試 験 問 題

受 験 号	
-------	--

1. 注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- (2) この問題冊子は 39 ページあります。
試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせなさい。
物 理 1 ページから 10 ページまで
化 学 11 ページから 24 ページまで
生 物 25 ページから 39 ページまで
- (3) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また、問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。
- (4) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
- (5) 解答用紙には、物理解答用紙、化学解答用紙、生物解答用紙の 3 種類があります。これらの 3 種類のすべての解答用紙の氏名、受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。
- (6) 計算機能をもつ時計、計算器具などの使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- (7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。またマークシート左下に記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

- (1) 問題は物理、化学、生物いずれも①、②の 2 問、計 6 問あります。6 問中の任意の 4 問を選んで解答しなさい。5 問以上答えた時には点数のよい 4 問を得点とします。

裏表紙につづく

化 学

計算に必要な次の数値を用いよ。

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, K 39,

Ca 40, Cr 52, Fe 56, Cu 63.5, Zn 65.4, 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： $96,500 \text{ C/mol}$

気体定数： $0.082 \text{ atm}\cdot\ell/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\ell/(\text{K}\cdot\text{mol})$

1 気圧 = $760 \text{ mmHg} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

1 端数が出る場合、解答枠 の最小桁の次の桁で四捨五入した値を記せ。

(1) 混合物の分離法で誤りはどれか。

- ① ナフタレンと硫酸銅の混合物からナフタレンを分離する —— 昇華させる
- ② トルエンとベンゼンの混合液からトルエンを回収する
—— 蒸留で先に出てくる部分を集める
- ③ 炭酸カルシウムが混じった塩化ナトリウムから炭酸カルシウムを除く
—— 水を加えよくかき混ぜてろ過する
- ④ 大豆粉から油脂を取り出す —— エーテルを加え抽出する
- ⑤ 少量のアンモニアを含む空気からアンモニアを除く
—— 活性炭に吸着させる

(2) 各問に答えよ。

1) 非共有電子対を最も多くもつ分子はどれか。

- ① NH_3 ② HCl ③ CO_2 ④ N_2 ⑤ H_2O

2) 3つの原子またはイオンの電子配置がすべて同じものはどれか。

- ① $\text{Ar}, \text{Cl}^-, \text{Na}^+$ ② $\text{Al}^{3+}, \text{Na}^+, \text{F}$ ③ $\text{K}^+, \text{Br}^-, \text{S}^{2-}$
- ④ $\text{O}^{2-}, \text{F}^-, \text{Mg}^{2+}$ ⑤ $\text{Ca}^{2+}, \text{Ne}, \text{Cl}^-$

3) 原子 A が A^{3+} になったときの電子の数は、原子 m_B が B^- になったときの電子の数より 5 だけ大きい。A の原子番号はどれか。 **工**

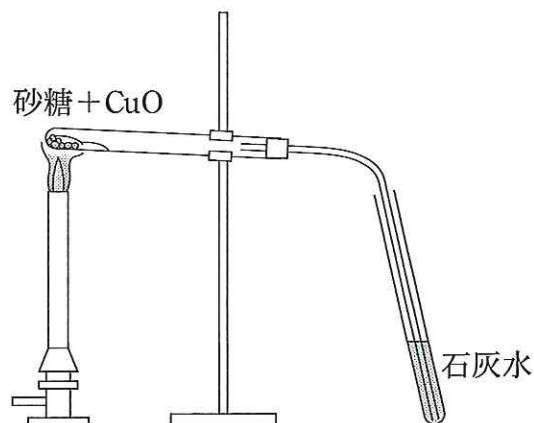
- ① $n + 1$ ② $m + 3$ ③ $n + 3$
 ④ $n + 5$ ⑤ $m + 7$ ⑥ $n + 9$

(3) 次の【実験】に関する問に答えよ。

【実験 I】

A 適量の砂糖と酸化銅(II)を混合して試験管に入れた後、右図のように加熱し、発生した気体を石灰水に通すと白濁した。

B 反応によって生成した液体が試験管の口にたまった。これを硫酸銅(II)無水物に滴下すると色が変わ化した。



【実験 II】

C 試験管に固体の水酸化ナトリウムを 2 粒とり、卵白水溶液を加えて加熱し、試験管の口にリトマス紙を近づけた。

D 反応液が冷めたら酢酸酸性にし、酢酸鉛(II)水溶液を数滴加えた。

1) A で発生した気体はどれか。 **オ**

- ① 酸素 ② 水素 ③ 一酸化炭素
 ④ 二酸化炭素 ⑤ 一酸化窒素

2) B で硫酸銅(II)無水物は何色に変わったか。 **カ**

- ① 赤色 ② 白色 ③ 青色
 ④ 黄色 ⑤ 茶色 ⑥ 紫色

3) C でリトマス紙の色の变化はどれか。 **キ**

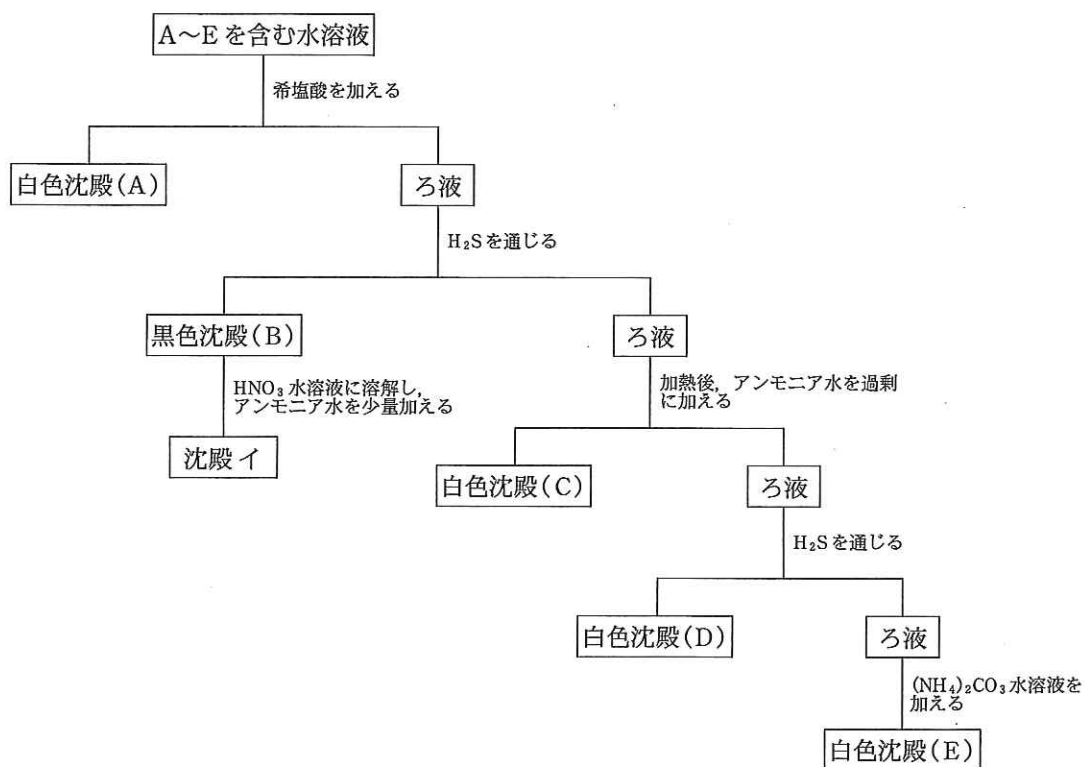
- ① 赤 → 青 ② 青 → 赤

- 4) Cで発生した気体はどれか。 **ク**
- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① SO ₂ | ② CO ₂ | ③ NH ₃ |
| ④ NO | ⑤ NO ₂ | ⑥ CO |

- 5) Dの生成物の色はどれか。 **ケ**
- | | | |
|------|------|------|
| ① 白色 | ② 黄色 | ③ 赤色 |
| ④ 黒色 | ⑤ 茶色 | ⑥ 青色 |

- (4) ベンゼンについて誤りはどれか。 **コ**
- ① すべての原子は同一平面上にある。
 - ② 付加反応よりも置換反応が起こりやすい。
 - ③ 炭素原子間の結合距離はすべて等しい。
 - ④ 空気中で燃やすと多量のすすを出す。
 - ⑤ 過マンガン酸カリウムで容易に酸化される。

- (5) 5種類の金属イオンA～Eを含む水溶液がある。各イオンを分離・確認するため以下の操作を行った。 **サ**～**セ**に適するものを選び。



【a】 希塩酸を加えると A のみ白色沈殿した。この沈殿をろ過し、ろ液に H_2S を通じると B が黒色沈殿した。この沈殿物を HNO_3 水溶液に溶解し、少量のアンモニア水を加えると沈殿イを生じた。

【b】 ろ液を加熱後、アンモニア水を過剰に加えると C が白色沈殿した。この沈殿をろ過し、ろ液に H_2S を通じると、D が白色沈殿した。

【c】 この沈殿をろ過し、ろ液に $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 水溶液を加えると、E が白色沈殿した。

1) A と B はそれぞれどれか。 **サ**

- ① Ag^+ , Zn^{2+} ② Ca^{2+} , Fe^{3+} ③ K^+ , Pb^{2+}
④ Ag^+ , Cu^{2+} ⑤ Ba^{2+} , Fe^{2+}

2) 沈殿物イは何色か。 **シ**

- ① 無色 ② 白色 ③ 黒色
④ 褐色 ⑤ 淡青色

3) C と D はそれぞれどれか。 **ス**

- ① Na^+ , Zn^{2+} ② Al^{3+} , Zn^{2+} ③ Ag^+ , Pb^{2+}
④ Pb^{2+} , Fe^{3+} ⑤ K^+ , Ca^{2+}

4) E の炎色反応は何色か。 **セ**

- ① 黄色 ② 青緑色 ③ 橙赤色
④ 赤紫色 ⑤ 青色

(6) 次の【実験】に関して **ソ** ~ **チ** には適するものを選び、**ツ**、**テ** には適する数値を入れよ。

【実験】 酢酸 0.9 mol とエタノール 0.9 mol の混合溶液に少量の濃硫酸を加えておだやかに加熱し、エステル A を得た。

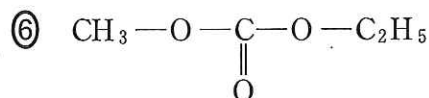
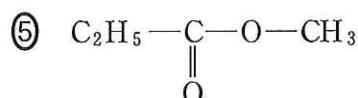
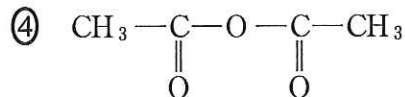
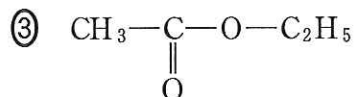
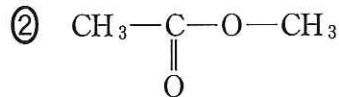
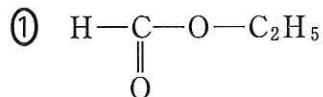
1) エステル A について誤りはどれか。 **ソ**

- ① 果物のような香りがする。
② 水に良く溶解する。
③ アルカリでケン化される。
④ 揮発性が高い。
⑤ 有機溶媒として用いられる。

- 2) 実験の中で濃硫酸はどのような働きをしているか。 **タ**
- ① 酸化剤 ② 還元剤 ③ スルホン化剤

- ④ 触媒作用 ⑤ 吸湿作用

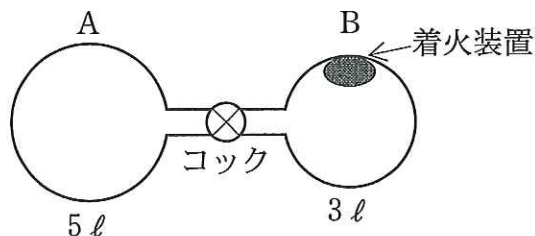
- 3) エステル A はどれか。 **チ**



- 4) 【実験】の反応溶液を 25 °C に保つと平衡状態に達した。このときの反応溶液中のエステル A の物質量は **ツ**、**テ** mol である。ただし、平衡定数は 4.0 とする。

- (7) **ト** ~ **ノ** と **ヒ** ~ **ヘ** には適する数値を入れ、**ハ** には適するものを選べ。

右図のように、内容積 5 l の容器 A と、3 l の容器 B がコックで連結されている。容器 B には着火装置がついている。この装置を用いて、以下の操作を行った。



【操作 1】 27 °C で、コックを閉じた状態で、容器 A にプロパン 0.06 mol、容器 B に酸素 0.45 mol をそれぞれ封入した。

【操作 2】 コックを開いて容器内の圧力が均一になるまで放置した。

【操作 3】 着火装置を使用し、容器内のプロパンを完全燃焼させた後、容器 A と B を 27 °C に保つと器壁に水滴が見られた。

次の問に答えよ。ただし、コックのついた細管の容積と水の体積は無視し、27℃の水の蒸気圧は $3.8 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

- 1) 操作2で、容器内の全圧とプロパンの分圧はいくらか。

$$\text{全圧：} \boxed{\text{ト}}.\boxed{\text{ナ}} \times 10^{\boxed{\text{ニ}}} \text{ Pa}$$

$$\text{プロパンの分圧：} \boxed{\text{ヌ}}.\boxed{\text{ネ}} \times 10^{\boxed{\text{ノ}}} \text{ Pa}$$

- 2) 操作3の終了後、この容器内に残っている酸素は $\boxed{\text{ハ}}$ mol である。

- ① 0.05 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.25

- 3) 操作3の終了後、容器内の全圧は $\boxed{\text{ヒ}}.\boxed{\text{フ}} \times 10^{\boxed{\text{ヘ}}} \text{ Pa}$ である。

- (8) $\boxed{\text{ホ}}$, $\boxed{\text{マ}}$ に適するものを選べ。

物質 X の十水和物 ($X \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) を A g とり、水 B g に溶解した。この水溶液の密度を $C \text{ g/cm}^3$ とし、物質 X の式量を M とする。この水溶液中の物質 X の質量パーセント濃度は $\boxed{\text{ホ}}$ % となり、モル濃度は $\boxed{\text{マ}}$ mol/l となる。

① $\frac{100 A}{180 M (A + B)}$

② $\frac{100 A}{(M + 180) (A + B)}$

③ $\frac{100 AM}{(M + 180) (A + B)}$

④ $\frac{100 A}{M (M + 180) (A + B)}$

⑤ $\frac{1000 A}{CM (A + B)}$

⑥ $\frac{1000 AC}{(M + 180) (A + B)}$

⑦ $\frac{1000 ACM}{(M + 180) (A + B)}$

⑧ $\frac{1000 A}{C (M + 180) (A + B)}$

⑨ $\frac{1000 AM}{C (M + 180) (A + B)}$

(9) ミ～ルに適するものを選び。重複して選んでもよい。

1) 酢酸水溶液中では次の電離平衡が成立している。



酢酸の電離度は小さいから、水溶液中のミの濃度は大きい。この水溶液に酢酸ナトリウムを加えると、酢酸ナトリウムはほとんど完全に電離する。その結果ム濃度は、酢酸が単独に溶けている場合よりも大きくなるので、(a)式の平衡はメへ移動して $[\text{H}^+]$ がモし、水溶液のpHは酢酸だけが溶けている場合よりヤする。

2) 水に強酸や強塩基を少量加えるとそのpHは大きく変化するが、上記の混合水溶液に少量の強酸や強塩基を混入しても、水溶液のpHはほとんど変わらない。すなわち、強酸から与えられるユが水溶液中に存在するヨと反応して、新たなラが生じる。その結果、 $[\text{H}^+]$ はほとんど変化しない。また、この混合水溶液に少量の強塩基を加えた場合、その塩基はリと反応するため、(a)式の平衡がルに移動し、 $[\text{H}^+]$ はほとんど変化せず、水溶液のpHはほぼ一定に保たれる。このような水溶液の働きを緩衝作用という。

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| ① CH_3COOH | ② CH_3COONa | ③ Na^+ |
| ④ CH_3COO^- | ⑤ H^+ | ⑥ OH^- |
| ⑦ 右 | ⑧ 左 | ⑨ 低下 |
| ⑩ 上昇 | | |

2 端数が出る場合、解答枠 の最小桁の次の桁で四捨五入した値を記せ。

(1) 正しいのはどれか。

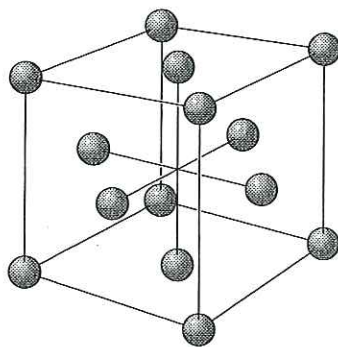
- ① CaF_2 はアルカリ金属元素とハロゲンからなる化合物である。
- ② ハロゲンのうちで、電気陰性度が最も小さいのはフッ素である。
- ③ ハロゲン化水素酸の中で、フッ化水素酸が最も強い酸性を示す。
- ④ フッ素が水と反応すると、水素が発生する。
- ⑤ フッ素より塩素の方が融点は高い。

(2) , に適する数値を入れよ。

酸化カルシウム CaO を不純物として含む塩化ナトリウム 10 g をとって 1 ℓ の水に溶かした。これを中和するのに必要な 0.5 mol/ℓ の塩酸は 60 ml であった。この塩化ナトリウムの純度は % である。

(3) , に適するものを選べ。

金属アルミニウム ${}_{13}^{27}\text{Al}$ の結晶は、下図のような面心立方格子からなる。次の間に答えよ。ただし、単位格子の一辺の長さを a cm、アボガドロ数を N とする。



1) アルミニウムの密度はどれか。 g/cm^3

① $\frac{27 N}{a^3}$

② $\frac{54 N}{a^3}$

③ $\frac{108 N}{a^3}$

④ $\frac{27}{a^3 N}$

⑤ $\frac{54}{a^3 N}$

⑥ $\frac{108}{a^3 N}$

2) 単位格子中に含まれる中性子の数はどれか。 個

① 26

② 28

③ 52

④ 54

⑤ 56

⑥ 65

⑦ 70

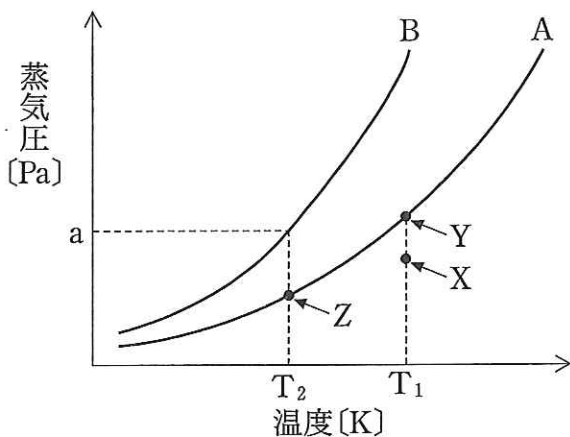
⑧ 108

(4) 誤りはどれか。 **カ**

- ① 金属は高い融点・沸点を有するものが多い。
- ② 金属は特有の光沢をもち、高い電気伝導性を有するものが多い。
- ③ 金属原子は電子を放出し陽イオンになりやすい。
- ④ 金属をたたいて薄く広げられる性質を延性という。
- ⑤ 金属の単体は自由電子と金属イオンからなっている。

(5) 図は物質 A と B の飽和蒸気圧曲線を示している。 **キ** ~ **サ** には【A群】から、 **シ** には【B群】から適するものを選び。

- 1) 物質 A と B を比べると、より揮発しやすいのは **キ** である。分子間力がより強く働いているのは **ク** である。



- 2) 真空の容器内に液体の物質 A を適量入れて温度 T_1 で放置した。容器内の空間が点 X の状態にあるとき、物質 A は **ケ** が続

いて、最終的に点 Y の状態になる。点 Y では **ケ** する分子と **コ** する分子の数が等しく、見かけ上、**ケ** が止まっているように見える。このような状態を **サ** という。点 Y の状態から容器の温度を T_2 まで下げると **コ** する分子の数が **ケ** する分子の数より増え、点 Z に達して新たな **サ** の状態になる。

- 3) 10 l の真空の容器の中に 10 g の液体の物質 B を入れ温度 T_2 に保ったところ、一部が液体のまま容器内に残った。この時の容器内の圧力を $a\text{ Pa}$ とすると、液体状態の物質 B は **シ** g 存在する。物質 B の分子量は M 、気体定数は R とし、液体の体積は無視して求めよ。

【A群】

- ① 物質 A ② 物質 B ③ 凝 縮 ④ 融 解
 ⑤ 凝 固 ⑥ 蒸 発 ⑦ 昇 華 ⑧ 溶解平衡
 ⑨ 気液平衡 ⑩ 蒸気圧降下

【B群】

- ① $\frac{10 \text{ aM}}{RT_2}$ ② $10 - \frac{10 \text{ aM}}{RT_2}$ ③ $\frac{10 \text{ aM}}{RT_2} - 10$
 ④ $\frac{MRT_2}{10 \text{ a}}$ ⑤ $10 - \frac{MRT_2}{10 \text{ a}}$ ⑥ $\frac{MRT_2}{10 \text{ a}} - 10$

(6) コロイド溶液に関して **ス** ~ **タ** に適するものを選び。

1) 硫黄のコロイド溶液に少量の電解質を加えるとコロイド粒子が集まり沈殿した。また、このコロイド溶液に2枚の電極を浸し、直流の電圧をかけると、コロイド粒子が陽極側に移動した。

a 下線部(a)の現象は **ス**、(b)の現象は **セ** である。

- ① ブラウン運動 ② 電気泳動 ③ ゾル化
 ④ ゲル化 ⑤ チンダル現象 ⑥ 凝 析
 ⑦ 塩 析 ⑧ 透 析 ⑨ 吸 着

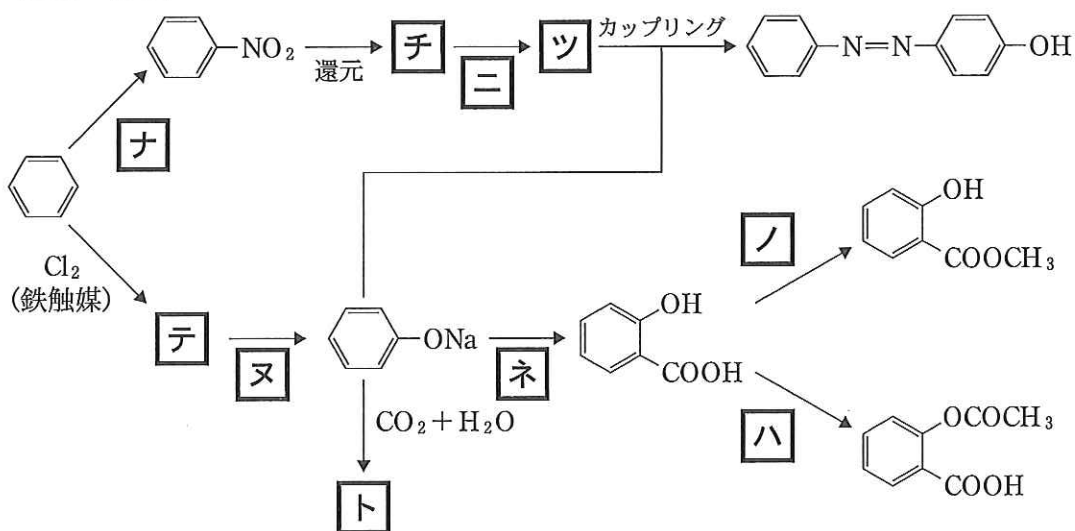
b 下の電解質の水溶液のうち、最も低いモル濃度で(a)の現象が見られるのはどれか。 **ソ**

- ① KCl ② CaCl₂ ③ AlCl₃
 ④ Na₂SO₄ ⑤ NaNO₃

2) デンプン溶液のようなコロイド溶液を沈殿させるためには多量の電解質を加える必要がある。この理由として正しいのはどれか。 **タ**

- ① コロイド粒子間の反発を大きくするため。
 ② コロイド粒子の運動が抑制されるため。
 ③ コロイド粒子表面の多数の水分子を取り除くため。
 ④ コロイド粒子表面に電解質を吸着させるため。

(7) 芳香族化合物の反応を示している。[チ]～[ト]には【A欄】から化合物名を、
[ナ]～[ハ]には【B欄】から操作を選べ。



【A欄】

- | | | |
|----------------|-----------|---------|
| ① フェノール | ② クロロベンゼン | ③ フタル酸 |
| ④ 無水フタル酸 | ⑤ アニリン | ⑥ サリチル酸 |
| ⑦ 安息香酸 | ⑧ クレゾール | |
| ⑨ 塩化ベンゼンジアゾニウム | | |

【B欄】

- ① 加熱する。
- ② 無水酢酸を作用させる。
- ③ 濃硫酸を加えて加熱する。
- ④ 濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させる。
- ⑤ メタノールと少量の濃硫酸を加えて反応させる。
- ⑥ 高温高圧下で水酸化ナトリウム水溶液と反応させる。
- ⑦ 希塩酸溶液中、低温で亜硝酸ナトリウムと反応させる。
- ⑧ 塩基性の過マンガン酸カリウム水溶液とともに加熱する。
- ⑨ 高温高圧下で二酸化炭素と反応させたのち、酸を作用させる。

(8) **ヒ**～**ミ**に適するものを選び。

1) 油脂 100 g に付加するヨウ素の質量(g)をヨウ素価という。この値が大きいと**ヒ**を多く含み、常温で**フ**になる。ヨウ素価が大きく、空气中で固まりやすい油脂を**ヘ**という。油脂に水素を付加させたものが**ホ**で、マーガリンやセッケンの原料になる。

- ① エステル結合 ② 二重結合 ③ 液体 ④ 固体
⑤ 乾性油 ⑥ 不乾性油 ⑦ 硬化油 ⑧ 軟化油

2) グリセリンと不飽和脂肪酸からなる油脂(分子量 882)のヨウ素価が 115 であった。

a この油脂の 1 分子に含まれる二重結合数はどれか。**マ**個

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

b この油脂の 1 分子に含まれる不飽和脂肪酸の組み合わせはどれか。**ミ**

オレイン酸の分子式 $C_{18}H_{34}O_2$ リノール酸の分子式 $C_{18}H_{32}O_2$

リノレン酸の分子式 $C_{18}H_{30}O_2$

- ① 3 個のオレイン酸
② 2 個のオレイン酸と 1 個のリノール酸
③ 1 個のオレイン酸と 2 個のリノール酸
④ 2 個のオレイン酸と 1 個のリノレン酸
⑤ 2 個のリノール酸と 1 個のリノレン酸
⑥ 1 個のリノール酸と 2 個のリノレン酸

