

理 科 問 題

注 意

1. この問題冊子は44ページあります。解答用紙には、表と裏があります。
2. あなたの受験番号は解答用紙に印刷されています。印刷されている受験番号と、受験票の受験番号が一致していることを確認下さい。
3. 解答用紙の所定の欄に氏名を記入下さい。
4. 問題は物理3題(A, B, C), 化学3題(D, E, F)の合計6題からなっています。
5. この6題のうちから3題を任意に選択して解答下さい。
4題以上解答した場合には、すべての解答が無効になります。
6. 解答はすべて解答用紙の所定の欄にマークするか、または所定の欄に書き下さい。
7. 1問につき2つ以上マークしないこと。2つ以上マークした場合には、その解答は無効になります。
8. 解答は、必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入下さい。
9. 訂正するときは、消しゴムできれいに消し、消しクズを残さないこと。
10. 解答用紙は、絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。また、所定の欄以外には絶対に記入しないこと。
11. 解答用紙は必ず提出下さい。
12. 試験時間は80分です。

※ この問題冊子は必ず持ち帰り下さい。

(マーク記入例)

良い例	悪い例
	  

化 学

[D] 次の文章を読み，文中の空欄 ～ に最も適するものをそれぞれの解答群の中から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその番号をマークしなさい。また，空欄 には適する文章を， には適する化学式を解答用紙の所定の欄に丁寧に記入しなさい。

原子量が必要な場合は，次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, K = 39

- (1) 人類による金属の利用は少なくとも1万年以上の歴史があるといわれている。現代の文明は種々の金属によって支えられているといっても過言ではない。ここで，ある金属元素 M について考える。

金属元素 M の原子は電子を 13 個持ち，その単体は金属の中では比較的軽く，よく電気を伝える。この金属元素 M の元素記号は である。金属元素 M は地球上に豊富にあるが，銅や鉄に比べて製錬が難しく，鉱石から単体として大量に取り出せるようになったのは金属の歴史の中では比較的最近の 19 世紀末頃からである。金属元素 M の製錬が難しかった理由を現在の製錬方法を考慮した上で考え，空欄 に横書きで，句読点を含めて 20 文字以内で説明しなさい。なお，濁点および半濁点を含む文字は，濁点および半濁点を含めて 1 文字とする。

金属元素 M の単体は面心立方格子をとることが知られており，この格子内の金属元素 M の原子の配位数は である。また，金属元素 M の単体の面心立方格子における「単位格子中の原子の数」と「充填率」の組み合わせとして正しいものは である。金属元素 M の場合は金属結晶をつくるが，結晶にはさまざまな種類がある。たとえば「金属結晶」，「イオン結晶」，「分子結晶」，「共有結合の結晶」というように分類した場合の，それぞれの分類に対応する物質の組み合わせとして正しいものは である。

金属元素 M の水酸化物が水溶液中に分散すると，原子番号 26 の元素の水酸

化物の場合と同様に、コロイドとなる。一般的に、コロイドに硫酸ナトリウムのような電解質を少量加えると、コロイド粒子がする。この現象をという。この, , の組み合わせとして正しいものはである。

の解答群

- ① Li ② B ③ Na ④ Mg ⑤ Al
 ⑥ K ⑦ Ca ⑧ Sc ⑨ Ti

の解答群

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ 2
 ⑥ 4 ⑦ 6 ⑧ 8 ⑨ 12

の解答群

番 号	単位格子中の原子の数	充填率(%)
①	2	64
②	2	68
③	2	74
④	4	64
⑤	4	68
⑥	4	74
⑦	6	64
⑧	6	68
⑨	6	74

エ の解答群

番 号	金属結晶	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶
①	鉄	ドライアイス	ヨウ化カリウム	二酸化ケイ素
②	カリウム	臭 素	ドライアイス	二酸化ケイ素
③	リチウム	塩化ナトリウム	ドライアイス	ヨウ素
④	セシウム	ヨウ化カリウム	ヨウ素	炭化ケイ素
⑤	ヨウ素	黒 鉛	氷	ダイヤモンド
⑥	マグネシウム	塩化ナトリウム	氷	臭 素
⑦	黒 鉛	ドライアイス	ヨウ化カリウム	ダイヤモンド
⑧	ナトリウム	黒 鉛	ヨウ素	二酸化ケイ素
⑨	臭 素	塩化ナトリウム	黒 鉛	ダイヤモンド

オ の解答群

番 号	あ	い	う
①	親 水	沈 殿	塩 析
②	親 水	沈 殿	凝 析
③	親 水	溶 解	塩 析
④	親 水	溶 解	凝 析
⑤	疎 水	沈 殿	塩 析
⑥	疎 水	沈 殿	凝 析
⑦	疎 水	溶 解	塩 析
⑧	疎 水	溶 解	凝 析

(このページは、計算に使用してよい。)

(2) モル濃度 0.20 mol/L の酢酸水溶液がある。この水溶液の水素イオン濃度を計算すると、 mol/L となり、 pH は となる。ただし、酢酸の電離定数を $K_a = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ とする。

次に、この酢酸水溶液 10 L に 5.0 mol/L の水酸化カリウム水溶液を滴下した。この場合、水酸化カリウム水溶液を mL 滴下したところでちょうど中和点に達した。この水溶液を煮沸し濃縮した後、 10°C まで冷却すると沈殿が生じた。温度を 10°C に保ったままろ過により沈殿をとりのぞき、ろ液である酢酸カリウム水溶液を 10 g 正確にはかりとった。この 10°C に保たれた酢酸カリウム水溶液の密度を 1.4 g/cm^3 とすれば、質量パーセント濃度は $\%$ 、モル濃度は mol/L と計算できる。さらに、この酢酸カリウム水溶液 10 g を 60°C まで加熱し温度を一定に保ったまま、攪拌しながら酢酸カリウムをゆっくりと加え続けると、加えた酢酸カリウムが g になるまでは溶解するが、それ以上加えると溶け残りが生じる。ただし、 10°C および 60°C における水中の酢酸カリウムの溶解度をそれぞれ 230 および 350 とする。

の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 2.0×10^{-6} | ② 4.0×10^{-6} | ③ 2.0×10^{-5} |
| ④ 2.0×10^{-3} | ⑤ 4.0×10^{-3} | ⑥ 4.0×10^{-2} |
| ⑦ 2.0×10^{-1} | ⑧ 3.0×10^{-1} | ⑨ 4.0×10^{-1} |

の解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.2 | ② 0.7 | ③ 1.2 | ④ 1.7 | ⑤ 2.2 |
| ⑥ 2.7 | ⑦ 3.2 | ⑧ 3.7 | ⑨ 4.2 | |

ク の解答群

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 4.0 ④ 20 ⑤ 40
⑥ 80 ⑦ 200 ⑧ 400 ⑨ 800

ケ の解答群

- ① 3.5 ② 4.8 ③ 7.0 ④ 7.2 ⑤ 29
⑥ 35 ⑦ 48 ⑧ 70 ⑨ 72

コ の解答群

- ① 0.51 ② 0.71 ③ 1.4 ④ 3.5 ⑤ 5.1
⑥ 7.1 ⑦ 9.9 ⑧ 16 ⑨ 71

サ の解答群

- ① 0.12 ② 0.36 ③ 0.72 ④ 1.2 ⑤ 3.6
⑥ 7.2 ⑦ 12 ⑧ 36 ⑨ 120

(3) Na^+ , Ag^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} を含む水溶液がある。この水溶液に希塩酸を加えると **シ** 色の沈殿が生じた。これをろ過により沈殿 **A** とろ液 **A** に分離した。沈殿 **A** に **え** を過剰に加えるとその沈殿 **A** は溶解して **お** となった。この **お** を含む水溶液にホルムアルデヒドを加えて温めると固体の **d₂** が生成した。この **え** と **お** の組み合わせとして正しいものは **ス** である。

次に、ろ液 **A** に塩酸酸性下で硫化水素を加えると **セ** 色の沈殿 **B** が生じた。この沈殿 **B** をろ過により取り除き、ろ液 **B** を得た。ろ液 **B** を煮沸した後硝酸を加え、続けてアンモニア水と塩化アンモニウム水溶液を十分に加えると **ソ** の沈殿が生じた。この沈殿をろ過により取り除き、ろ液 **C** を得た。ろ液 **C** にアンモニア塩基性下で硫化水素を加えると沈殿が生じた。この沈殿をろ過により取り除き、ろ液 **D** を得た。ろ液 **D** に炭酸アンモニウム水溶液を加えると **タ** の沈殿が生じた。

シ の解答群

- ① 白 ② 赤 ③ 橙 ④ 黄 ⑤ 黄 緑
 ⑥ 緑 ⑦ 青 緑 ⑧ 青 ⑨ 褐

ス の解答群

番 号	え	お
①	アンモニア水	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
②	アンモニア水	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
③	アンモニア水	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
④	アンモニア水	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
⑤	水酸化ナトリウム水溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
⑥	水酸化ナトリウム水溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
⑦	水酸化ナトリウム水溶液	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
⑧	水酸化ナトリウム水溶液	$\text{Cu}(\text{OH})_2$

セ の解答群

- ① 白 ② 赤 ③ 橙 ④ 黄 ⑤ 緑
⑥ 青 ⑦ 青 白 ⑧ 紫 ⑨ 黒

ソ の解答群

- ① 水酸化鉄(Ⅲ) ② 塩化鉄(Ⅲ) ③ 水酸化カルシウム
④ 塩化カルシウム ⑤ 水酸化銅(Ⅱ) ⑥ 酸化銅(Ⅱ)
⑦ 塩化亜鉛 ⑧ 酸化亜鉛 ⑨ 塩化銀

タ の解答群

- ① CaCO_3 ② Na_2CO_3 ③ CuCO_3
④ ZnCO_3 ⑤ Ag_2CO_3 ⑥ FeCO_3
⑦ $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ ⑧ Cu_2CO_3 ⑨ $\text{Ag}(\text{NH}_4)\text{CO}_3$

[E] 次の文章を読み、文中の空欄 **ア** ~ **ソ** に最も適するものをそれぞれの解答群の中から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその番号をマークしなさい。また、空欄 **e** に適する化学反応式を解答用紙の所定の欄に丁寧に記入しなさい。

結合エネルギーの値が必要な場合は、次の値を用いなさい。

H-H : 436 kJ/mol, N≡N : 945 kJ/mol, N-H : 390 kJ/mol

- (1) 少量の不揮発性の物質を溶媒に溶かすと、溶かす前と比べて沸点や凝固点に変化する。大気圧条件下で、ある不揮発性の物質 45 mg を 5.0 g の水に溶かしたところ、この水溶液の沸点は水に比べて 0.026 °C 高くなった。このことから、水に加えた不揮発性の物質の物質量は **ア** mol、分子量は **イ** と求められる。この水溶液の凝固点は **ウ** °C である。ただし、水のモル沸点上昇を 0.52 °C・kg/mol、モル凝固点降下を 1.9 °C・kg/mol とする。また、ここで用いた不揮発性の物質は水中で電離しないものとする。

ア の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 2.5×10^{-6} | ② 5.0×10^{-6} | ③ 2.5×10^{-5} |
| ④ 5.0×10^{-5} | ⑤ 2.5×10^{-4} | ⑥ 5.0×10^{-4} |
| ⑦ 2.5×10^{-3} | ⑧ 5.0×10^{-3} | ⑨ 2.5×10^{-2} |

イ の解答群

- | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|-------|
| ① 18 | ② 45 | ③ 90 | ④ 180 | ⑤ 450 |
| ⑥ 900 | ⑦ 1800 | ⑧ 4500 | ⑨ 9000 | |

ウ の解答群

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| ① -0.0095 | ② -0.0019 | ③ -0.095 |
| ④ -0.019 | ⑤ 0.000 | ⑥ 0.0019 |
| ⑦ 0.0095 | ⑧ 0.019 | ⑨ 0.095 |

(このページは、計算に使用してよい。)

(2) 同じ元素でも **あ** が同じで **い** が異なる原子がある。そのような原子を互いに **う** であるという。**あ** と **い** と **う** の組み合わせとして正しいものは **エ** である。

原子番号が **オ** の塩素には、天然において質量数が 35 と 37 の 2 種類の安定な **う** が存在する。質量数が 37 の塩素原子における **い** は **カ** 個である。

天然には、質量数が 35 と 37 の 2 種類の塩素原子の組み合わせから成る **キ** 種類の塩素分子が存在する。**キ** 種類の塩素分子のうちで 2 番目に質量の大きい分子の存在比率は **ク** % である。ただし、質量数が 35 と 37 の塩素原子の天然における存在比率を、それぞれ 76 % と 24 % とする。

エ の解答群

番号	あ	い	う
①	中性子の数	陽子の数	異性体
②	中性子の数	陽子の数	同位体
③	中性子の数	陽子の数	同族体
④	中性子の数	陽子の数	同素体
⑤	陽子の数	中性子の数	異性体
⑥	陽子の数	中性子の数	同位体
⑦	陽子の数	中性子の数	同族体
⑧	陽子の数	中性子の数	同素体

オ の解答群

- ① 11 ② 12 ③ 13 ④ 14 ⑤ 15
 ⑥ 16 ⑦ 17 ⑧ 18 ⑨ 19

カ の解答群

- ① 17 ② 18 ③ 19 ④ 20 ⑤ 21
⑥ 22 ⑦ 23 ⑧ 24 ⑨ 25

キ の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

ク の解答群

- ① 6.0 ② 7.0 ③ 18 ④ 22 ⑤ 24
⑥ 36 ⑦ 58 ⑧ 71 ⑨ 76

(3) 容積 V_1 の容器 **A** とピストン付き容器 **B** がコックで連結されている。コックを閉じた状態で、容器 **B** の容積が $2V_1$ になるようにピストンを固定し、容器 **A** には物質量 4 mol の窒素 (N_2) を、容器 **B** には物質量不明の水素 (H_2) を入れた。ただし、両容器中の物質は全て理想気体として存在するものとし、コックの部分の容積は十分に小さいため無視できるものとする。また、以下の全ての過程において、両容器内部の絶対温度は常に T に保たれていると仮定する。

コックを閉じた状態で、容器 **A** と容器 **B** それぞれの内部の圧力を調べたところ、 $2P_1$ と $3P_1$ だった。容器 **B** 内部に存在する水素 (H_2) の物質量は mol である。

容器 **B** のピストンを固定したまま、コックを開いた。このとき、窒素と水素が反応しないと仮定すると、容器内部の混合気体の全圧は になるはずである。しかし実際には、 の化学反応式で表される反応が起こり、分子量 17 の分子が生成した。反応開始から十分に時間が経過したとき、容器内部の混合気体の全圧は一定になり、発生した熱は反応開始から合計で 261 kJ になった。このとき、両容器中の水素 (H_2) の物質量は合計で mol、容器内部に存在する混合気体の全圧は である。ただし、結合エネルギーは条件によらず一定と仮定する。

次に、コックを開いたまま、容器 **B** の容積が $17V_1$ になるようにピストンを移動した。このとき、 反応が起こり、両容器中に存在する水素 (H_2) の物質量の合計はピストンを移動する前と比べて 。 と の組み合わせとして正しいものは である。ピストンを移動してから十分に時間が経過し、容器内部に存在する混合気体の全圧が $\frac{1}{3}P_1$ になったとき、両容器中に存在する水素 (H_2) の物質量は合計で mol となる。また、このときの圧平衡定数は である。

の解答群

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 6 | ② 8 | ③ 10 | ④ 12 | ⑤ 14 |
| ⑥ 16 | ⑦ 18 | ⑧ 20 | ⑨ 22 | |

コ の解答群

- ① $\frac{2}{3}P_1$ ② $\frac{4}{3}P_1$ ③ $\frac{5}{3}P_1$ ④ $2P_1$ ⑤ $\frac{8}{3}P_1$
⑥ $3P_1$ ⑦ $\frac{10}{3}P_1$ ⑧ $6P_1$ ⑨ $\frac{20}{3}P_1$

サ の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

シ の解答群

- ① $\frac{1}{3}P_1$ ② $\frac{2}{3}P_1$ ③ P_1 ④ $\frac{4}{3}P_1$ ⑤ $\frac{5}{3}P_1$
⑥ $2P_1$ ⑦ $\frac{7}{3}P_1$ ⑧ $\frac{8}{3}P_1$ ⑨ $3P_1$

ス の解答群

番号	え	お
①	吸熱	減少した
②	吸熱	増加した
③	吸熱	変わらなかった
④	発熱	減少した
⑤	発熱	増加した
⑥	発熱	変わらなかった

セ の解答群

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7
⑥ 8 ⑦ 9 ⑧ 10 ⑨ 11

ソ の解答群

① $\frac{P_1^2}{48}$

② $\frac{P_1^2}{24}$

③ $\frac{P_1^2}{18}$

④ $\frac{P_1^2}{8}$

⑤ P_1^2

⑥ $\frac{8}{P_1^2}$

⑦ $\frac{18}{P_1^2}$

⑧ $\frac{24}{P_1^2}$

⑨ $\frac{48}{P_1^2}$

(このページは、計算に使用してよい。)

[F] 次の文章を読み、文中の空欄 **ア** ~ **シ** に最も適するものをそれぞれの解答群の中から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその番号をマークしなさい。また、空欄 **f₁** , **f₂** に適する **構造式** を解答用紙の所定の欄に **丁寧に** 記入しなさい。

原子量が必要な場合は、次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, O = 16, Br = 80

- (1) 脂肪族炭化水素の水素原子を **ア** で置換した化合物はアルコールとよばれる。アルコールの一種であるエタノールを濃硫酸と共に 130 ~ 140 °C に加熱すると、**イ** 反応により、おもにジエチルエーテルができる。また、エタノールを濃硫酸と共に 160 ~ 170 °C まで加熱した場合は、おもに **ウ** が生じる。

ア の解答群

- | | | |
|-----------|----------|--------|
| ① アミノ基 | ② アルデヒド基 | ③ エチル基 |
| ④ カルボキシル基 | ⑤ ケトン基 | ⑥ スルホ基 |
| ⑦ ニトロ基 | ⑧ ヒドロキシ基 | ⑨ メチル基 |

イ の解答群

- | | | |
|----------|---------|----------|
| ① アセタール化 | ② エステル化 | ③ 加水分解 |
| ④ けん化 | ⑤ 縮合 | ⑥ 中和 |
| ⑦ ハロゲン化 | ⑧ 付加 | ⑨ ヨードホルム |

ウ の解答群

- | | |
|-------------|------------|
| ① アセトン | ② エタン |
| ③ エチレングリコール | ④ エチレン |
| ⑤ シクロブタン | ⑥ ジメチルエーテル |
| ⑦ メタノール | ⑧ メタン |
| ⑨ 2-メチルプロペン | |

(2) セルロースは再生繊維としての利用が可能な素材である。具体的な例としては、**エ** にセルロースを溶解した後に希硫酸中に押し出すことで得られる銅アンモニアレーヨンがある。

セルロースの構成単位は β -グルコース構造である。この構成単位 3000 個からなるセルロースの分子量は **オ** である。

グルコースを水に溶かすと、その一部は環状構造から鎖状構造に変化する。この鎖状構造には **カ** が含まれているため、グルコースの水溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると **カ** の還元作用により銀鏡反応を示す。

エ の解答群

- | | |
|-------------|---------------|
| ① アセトン | ② 希塩酸 |
| ③ シュワイツァー試薬 | ④ 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ⑤ ニンヒドリン水溶液 | ⑥ フェーリング溶液 |
| ⑦ 無水酢酸 | ⑧ ヨウ素溶液 |
| ⑨ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 | |

オ の解答群

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 3.28×10^5 | ② 3.96×10^5 | ③ 4.50×10^5 |
| ④ 4.86×10^5 | ⑤ 4.92×10^5 | ⑥ 5.04×10^5 |
| ⑦ 5.40×10^5 | ⑧ 5.68×10^5 | ⑨ 5.94×10^5 |

カ の解答群

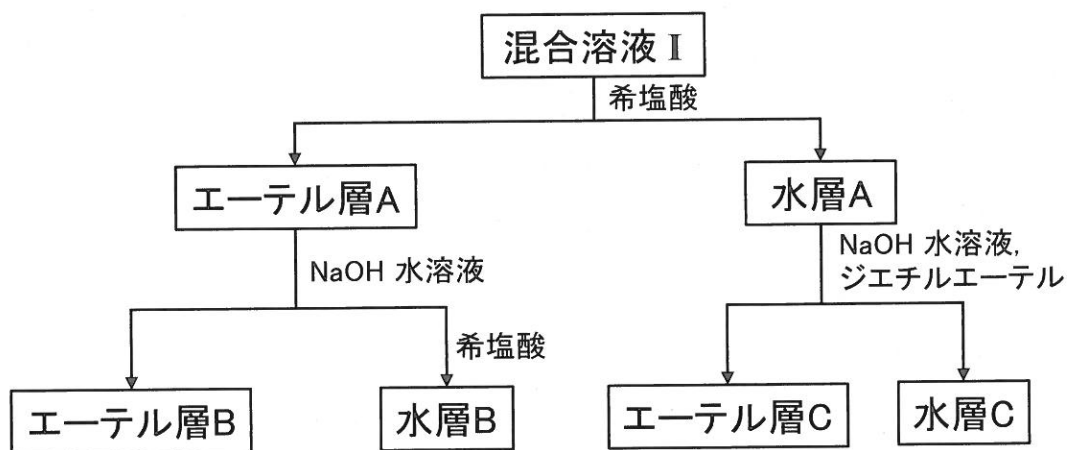
- | | | |
|-----------|----------|--------|
| ① アミノ基 | ② アルデヒド基 | ③ エチル基 |
| ④ カルボキシル基 | ⑤ ケトン基 | ⑥ シアノ基 |
| ⑦ スルホ基 | ⑧ ニトロ基 | ⑨ メチル基 |

- (3) アニリン、*p*-クレゾール、ナフタレンをジエチルエーテルに溶解して混合溶液を調製し、これを混合溶液Ⅰと混合溶液Ⅱの二つに分けて以下の実験をおこなった。なお、各操作で分離したエーテル層と水層は別々の容器にとり分けた。

【混合溶液Ⅰの実験】

- i) 混合溶液Ⅰに十分な量の希塩酸を加え、よく振り混ぜた後に静置し、エーテル層Aと水層Aに分離した。
- ii) エーテル層Aに十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜた後に静置し、エーテル層Bと水層Bに分離した。さらに、水層Bは希塩酸で中和して水層Cを得た。
- iii) 水層Aを、まず、水酸化ナトリウム水溶液で中和した。続いて、この水溶液にジエチルエーテルを加え、よく振り混ぜた後に静置し、エーテル層Cと水層Cに分離した。

上記の実験において、アニリン、*p*-クレゾール、ナフタレンがおもに存在している層の組み合わせとして正しいものは である。



キ の解答群

番 号	アニリン	<i>p</i> -クレゾール	ナフタレン
①	水層 B	エーテル層 B	エーテル層 C
②	水層 B	エーテル層 C	水層 B
③	水層 C	水層 B	エーテル層 C
④	水層 C	エーテル層 C	エーテル層 B
⑤	エーテル層 B	水層 B	エーテル層 C
⑥	エーテル層 B	水層 C	水層 B
⑦	エーテル層 B	エーテル層 C	水層 B
⑧	エーテル層 C	水層 C	エーテル層 C
⑨	エーテル層 C	水層 B	エーテル層 B

【混合溶液Ⅱの実験】

混合溶液Ⅱに飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜた後に静置した。このとき、水層にほとんどが移動した化合物は 。

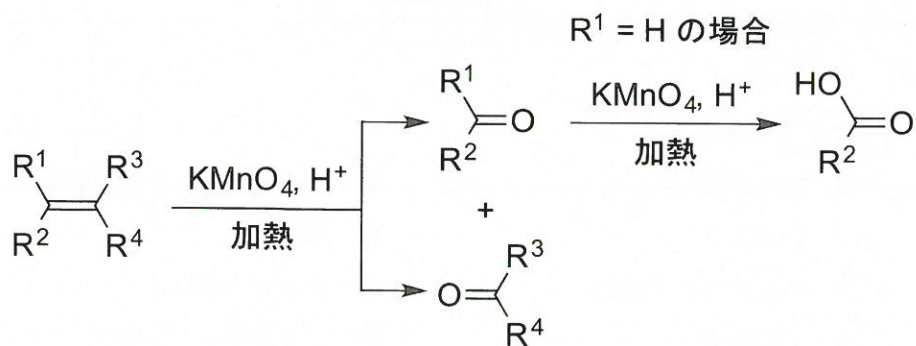
ク の解答群

- ① 一つもない
- ② アニリンである
- ③ ナフタレンである
- ④ アニリンと *p*-クレゾールである
- ⑤ アニリンとナフタレンである
- ⑥ *p*-クレゾールとナフタレンである
- ⑦ アニリンと *p*-クレゾールとナフタレンである

(4) 分子式が C_9H_n で表される芳香族化合物 **A** と **B** を出発原料に用いて以下に示した実験をおこなった。

- i) **A** と **B** をそれぞれ 29.5 mg 量りとり、酸素気流下において完全燃焼させたところ、いずれの場合も 99.0 mg の二酸化炭素と 22.5 mg の水が生じた。
- ii) **A** と **B** をそれぞれ 2.36 g 量りとり、触媒は加えないで、よく攪拌しながら臭素を少しずつ加えた。いずれの場合も 3.20 g の臭素を加えたところまでは臭素の色の消失を確認できたが、以降は、臭素を加えても臭素の色は消えることはなかった。
- iii) **A** と **B** のそれぞれを、過マンガン酸カリウムの酸性水溶液中に加えて加熱攪拌したところ、いずれの場合も気体の発生を伴って反応し、**A** からは **C**、**B** からは **D** がそれぞれ得られた。なお、化合物 **D** を加熱したところ、 $300\text{ }^\circ\text{C}$ で昇華した。
- iv) **C** と **D** のそれぞれを、ヨウ素を含む水酸化ナトリウム水溶液に加えて加熱攪拌したところ、**C** を含む溶液の場合にのみ黄色の沈殿が生じた。
- v) **C** と **D** のそれぞれにおいて 5.0×10^{-4} mol/L の水溶液 10 mL を調製し、よく攪拌しながら 2.0×10^{-3} mol/L の炭酸水素ナトリウム水溶液をゆっくり滴下したところ、**D** の水溶液においては気体が発生し、5.0 mL を使用したところで中和点に達した。一方、**C** の水溶液の方は気体の発生もなく、変化がなかった。
- vi) **D** と 1,2-エタンジオールの混合物に少量の濃硫酸を加えて熱したところ、清涼飲料水の容器などに利用されている重合体を得られた。

なお、アルケンを過マンガン酸カリウムの酸性水溶液中で加熱すると、アルケンの二重結合部分が開裂し、カルボニル化合物を与える。このとき、二重結合を形成している炭素原子に水素原子が結合している場合、いったん生じたアルデヒドはさらに酸化されてカルボン酸になる。なお、カルボン酸までの酸化については R^1 が水素の場合で例示する。



(a) 記述iv)で観察された反応を という。

の解答群

- | | |
|------------|---------------|
| ① 炎色反応 | ② キサントプロテイン反応 |
| ③ 銀鏡反応 | ④ 縮合反応 |
| ⑤ ニンヒドリン反応 | ⑥ ビウレット反応 |
| ⑦ 付加反応 | ⑧ ヨウ素デンプン反応 |
| ⑨ ヨードホルム反応 | |

(b) 記述iv)で生成した沈殿の色と同色の炎色反応を示す金属は である。

の解答群

- | | | |
|--------|---------|-----------|
| ① カリウム | ② カルシウム | ③ ストロンチウム |
| ④ セシウム | ⑤ 銅 | ⑥ ナトリウム |
| ⑦ 白金 | ⑧ リチウム | ⑨ ルビジウム |

(c) 記述v)で発生する気体と立体的な形状が同じ分子は である。

の解答群

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① アンモニア | ② エチレン | ③ 塩化ビニル |
| ④ 過酸化水素 | ⑤ 酸素 | ⑥ 水 |
| ⑦ プロピン | ⑧ ベンゼン | ⑨ メタン |

(d) 記述 vi) で連続して進行した反応は である。

の解答群

- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① アセタール化 | ② アセチル化 | ③ エステル化 |
| ④ けん化 | ⑤ ジアゾ化 | ⑥ スルホン化 |
| ⑦ ニトロ化 | ⑧ 乳 化 | ⑨ ハロゲン化 |

(e) 記述 i) ~ vi) にもとづけば、芳香族化合物 **A** の構造式を , 芳香族化合物 **B** の構造式を と特定できる。