

# 理 科 問 題

## 注 意

1. この問題冊子は 51 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しなさい。
3. 解答用紙の所定の欄に氏名を記入しなさい。
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しなさい。  
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なさい。
7. 1 間につき 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)で記入しなさい。
9. 訂正するときには、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しなさい。
12. 試験時間は 80 分です。

※ この問題冊子は必ず持ち帰りなさい。

(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  に適する化学式を、空欄  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。

原子量が必要な場合は、次の値を用いなさい。

H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27, S = 32,  
Cl = 35, Ti = 48, Cr = 52, Fe = 56, Ni = 59, Zn = 65, Ag = 108,  
Sn = 119, Pb = 207

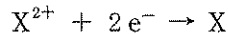
(1) 金属利用の歴史は古く、紀元前3世紀頃のエジプトではすでに「卑金属を金や白金などの貴金属に変える」という錬金術の試みがなされていたという。ここではある金属Xについて考える。金属Xの原子は、30個の電子をもち、周期表の中では12族に属する。一般的な条件では、二価の陽イオンになる。金属Xは、青みを帯びた銀白色を呈し、原料鉱石を酸化物にした後に炭素を用いて加熱還元することで得られる。この金属Xの元素記号は  である。

金属Xの塩化物を水に溶解させ、その後少量のアンモニア水を加えると、白色ゲル状の沈殿を生じる。さらに、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると沈殿は完全に溶解し、無色の水溶液が得られる。このとき、水溶液中の金属Xは、主に化学式  で表される錯イオンとして存在している。

金属Xと金属Cuの合金は  と呼ばれ、美しい色調と優れた加工性を持ち、硬貨や金管楽器に使用される。また、金属  の表面を金属Xでめっきした材料はトタンと呼ばれ、金属  を錆びにくくするために利用される。これは、金属  よりも金属Xのイオン化傾向が  ため、傷ついて金属  が露出したトタン表面に水が付着した場合、金属Xが優先的に  されて  ためである。

あ，い，う の組み合わせとして正しいものは  
エ である。

鉛蓄電池を電源に用いて，電気めっきにより，金属 X のイオンを十分に含む液体中で金属 ウ の板の表面に金属 X の膜を形成する過程を考える。このとき，金属 ウ の表面では以下の反応が起こる。



電気めっき後の鉛蓄電池の正極は，めっき前と比べて 192 g 増加した。鉛蓄電池の放電による電流が，すべて金属 X の生成に使われたとすると，金属 ウ の板の重量は オ g 増加する。なお，金属 ウ そのものは反応には一切寄与しないものとする。

一般的に，鉛蓄電池の電解液には希硫酸が用いられる。上記の鉛蓄電池の電解液が，電気めっき開始時に質量パーセント濃度 35 % の硫酸 1.4 L であったとすると，電気めっき後の電解液中の  $H_2O$  の物質量は，電気めっき前に比べて カ mol 増加する。また，電気めっき後の電解液の水素イオン濃度は キ mol/L となる。なお，電気めっき前の電解液の密度は  $1.26 \text{ g/cm}^3$ ，電気めっき後の電解液の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とし，電解液中の硫酸は水素イオンと硫酸イオンに完全に電離していると仮定する。

ア の解答群

- ① Mg      ② Al      ③ Ti      ④ Cr      ⑤ Fe  
⑥ Ni      ⑦ Zn      ⑧ Ag      ⑨ Sn

イ の解答群

- ① アマルガム      ② 黄銅      ③ ジュラルミン  
④ ステンレス鋼      ⑤ 青銅      ⑥ ニクロム  
⑦ 白銅      ⑧ ポーキサイト      ⑨ 緑青

ウ の解答群

- ① Mg      ② Al      ③ Ti      ④ Cr      ⑤ Fe  
 ⑥ Ni      ⑦ Zn      ⑧ Ag      ⑨ Sn

エ の解答群

番号	あ	い	う
①	大きい	還元	不動態となる
②	大きい	還元	溶出する
③	大きい	酸化	不動態となる
④	大きい	酸化	溶出する
⑤	小さい	還元	不動態となる
⑥	小さい	還元	溶出する
⑦	小さい	酸化	不動態となる
⑧	小さい	酸化	溶出する

オ の解答群

- ① 66      ② 98      ③ 130      ④ 144      ⑤ 152  
 ⑥ 195      ⑦ 263      ⑧ 357      ⑨ 390

カ の解答群

- ① 2.0      ② 2.3      ③ 3.0      ④ 4.0      ⑤ 4.7  
 ⑥ 5.0      ⑦ 6.0      ⑧ 7.0      ⑨ 8.0

キ の解答群

- ① 0.24      ② 0.48      ③ 0.60      ④ 1.31      ⑤ 1.89  
 ⑥ 2.63      ⑦ 3.23      ⑧ 3.78      ⑨ 4.60

(このページは、計算に使用してよい。)

(2) 日本は四方を海に囲まれた島国であり、古来より海水から食塩を得てきた。

ここでは、濃度  $0.50 \text{ mol/L}$  の  $\text{NaCl}$  水溶液から  $\text{NaCl}$  結晶を取り出す過程について考える。ただし、この  $\text{NaCl}$  水溶液の沸点は、溶質濃度に依存せず常に  $100^\circ\text{C}$  であると仮定する。また、この  $\text{NaCl}$  水溶液の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、水の比熱は  $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、蒸発熱は  $44 \text{ kJ/mol}$  とする。これらの値は温度と溶質濃度に依存せず一定であると考え。なお、 $\text{NaCl}$  の水への溶解度は  $30^\circ\text{C}$  で 35、 $100^\circ\text{C}$  で 40 とする。

$30^\circ\text{C}$  の  $\text{NaCl}$  水溶液 ( $0.50 \text{ mol/L}$ )  $1000 \text{ mL}$  を加熱して沸騰させ、溶媒である水の一部を  $100^\circ\text{C}$  の水蒸気にする場合、加熱開始から  $\text{NaCl}$  結晶が析出しはじめるまでに必要な熱量は合計で   $\text{kJ}$  である。なお、 $\text{NaCl}$  水溶液に加えた熱はすべて溶媒の昇温および蒸発に使われるものとする。また、水の蒸発は沸点未満では起こらず、いったん水蒸気となった水はただちに除去されるものとする。

$\text{NaCl}$  結晶はイオン結晶であり、ナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が規則的に配列し、一方のイオンに着目すると面心立方格子型の構造となる。単位格子中に含まれる  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の数は、それぞれ  である。また、 $\text{Na}^+$  の最も近くにある  $\text{Cl}^-$  の数は  である。 と  の組み合わせとして正しいものは  である。また、単位格子の一边の長さを  $a \text{ nm}$ 、アボガドロ数を  $N$  とすると、この  $\text{NaCl}$  結晶の密度は   $\text{g/cm}^3$  となる。

の解答群

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 2196 | ② 2267 | ③ 2411 | ④ 2482 | ⑤ 2490 |
| ⑥ 2530 | ⑦ 2561 | ⑧ 2659 | ⑨ 2738 |        |

ケ の解答群

番 号	え	お
①	4	4
②	4	6
③	4	8
④	6	4
⑤	6	6
⑥	6	8
⑦	8	4
⑧	8	6
⑨	8	8

コ の解答群

①  $\frac{232 N}{a^3}$

②  $\frac{348 N}{a^3}$

③  $\frac{464 N}{a^3}$

④  $\frac{232 N}{a^3} \times 10^{-21}$

⑤  $\frac{348 N}{a^3} \times 10^{-21}$

⑥  $\frac{464 N}{a^3} \times 10^{-21}$

⑦  $\frac{232}{a^3 N} \times 10^{21}$

⑧  $\frac{348}{a^3 N} \times 10^{21}$

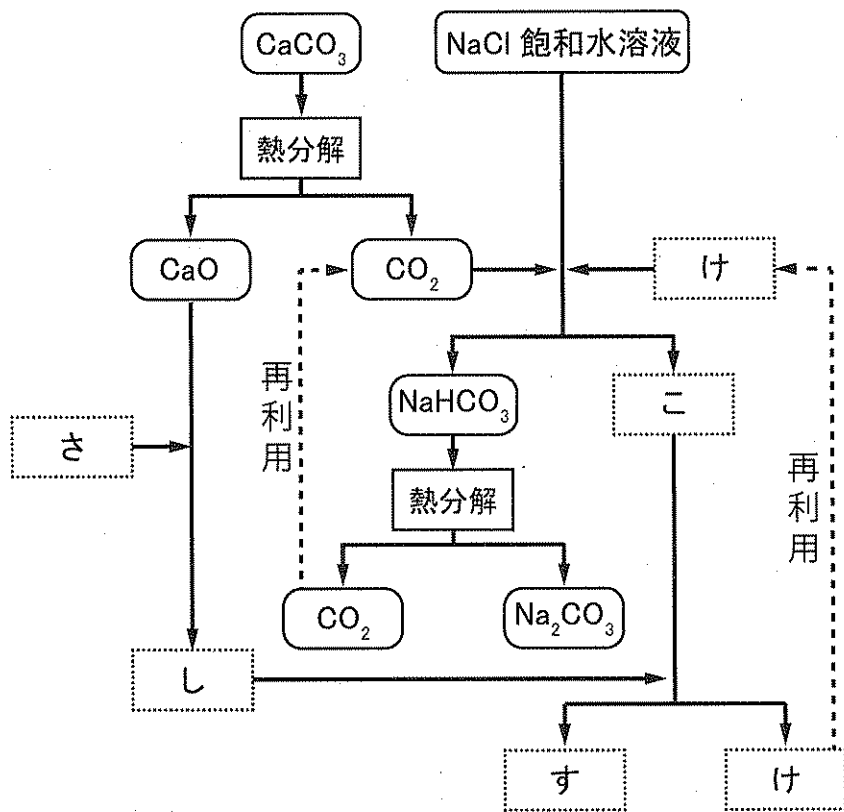
⑨  $\frac{464}{a^3 N} \times 10^{21}$

(3) 一般的なガラスであるソーダ石灰ガラスは、二酸化ケイ素の基本構造である  $\text{SiO}_4$  四面体中の Si-O 結合の一部が切れ、そのすき間に主に  $\text{Na}^+$  や  が入り込んで固化したものであり、 に分類される。ソーダ石灰ガラスは、加熱するとしだいに  する。, ,  の組み合わせとして正しいものは  である。

ガラスの原料の一種である炭酸ナトリウムは、石けんの製造などにも多量に使用されている。水溶液から再結晶させた炭酸ナトリウムは、水和水をもった  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  の無色透明な結晶となる。この結晶を空气中に十分な時間放置すると、水和水の一部を失って  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  結晶(サーモナトライト)となる。ここで  $x =$   である。このような現象を  とよぶ。また、炭酸ナトリウムは工業的には図に示されるソルベー法によって製造されている。この方法では図中の化合物  と化合物  を反応させて化合物  を合成しているが、これを化学反応式で表すと  となる。化合物  は水に対する溶解度が高く、融雪剤としても使われている。また、化合物  の水溶液は弱酸性を示す。化合物 , , , ,  の組み合わせとして正しいものは  である。

ソルベー法を用いれば、塩化ナトリウム 1.16 kg から理論的には  kg の炭酸ナトリウムが得られることになる。





サ の解答群

番号	か	き	く
①	B <sup>3+</sup>	結晶	融解
②	B <sup>3+</sup>	非晶質	軟化
③	B <sup>3+</sup>	ゴム質	固化
④	Ca <sup>2+</sup>	結晶	融解
⑤	Ca <sup>2+</sup>	非晶質	軟化
⑥	Ca <sup>2+</sup>	ゴム質	固化
⑦	Pb <sup>2+</sup>	結晶	融解
⑧	Pb <sup>2+</sup>	非晶質	軟化
⑨	Pb <sup>2+</sup>	ゴム質	固化

シ の解答群

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

ス の解答群

- ① 還元    ② 再結晶    ③ 酸化    ④ 中和    ⑤ 潮解  
 ⑥ 沈殿    ⑦ 風解    ⑧ 融解    ⑨ 溶解

セ の解答群

番号	け	こ	さ	し	す
①	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{NaOH}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CaCl}_2$
②	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{HCl}$	$\text{CaCl}_2$	$\text{CaCO}_3$
③	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{HCl}$	$\text{CaCl}_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
④	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{NaOH}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CaCO}_3$
⑤	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{NaOH}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CaCl}_2$
⑥	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{HCl}$	$\text{CaCl}_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
⑦	$\text{NH}_3$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{NaOH}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CaCO}_3$
⑧	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{HCl}$	$\text{CaCl}_2$	$\text{CaCO}_3$
⑨	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CaCl}_2$

ソ の解答群

- ① 0.53    ② 1.06    ③ 1.59    ④ 2.12    ⑤ 2.65  
 ⑥ 3.18    ⑦ 3.71    ⑧ 4.24    ⑨ 4.77

(このページは、計算に使用してよい。)

[E] 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。

原子量、気体定数  $R$  および結合エネルギーが必要な場合は、それぞれ次の値を用いなさい。

$$H = 1, C = 12, O = 16$$

$$R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

$$H-H : 436 \text{ kJ/mol}, O-H : 463 \text{ kJ/mol}, O=O : 498 \text{ kJ/mol}$$

(1) 原子や分子の質量は非常に小さくて扱いにくいので、そのままの値ではなく、相対質量を用いて表す。原子の相対質量は、質量数  の  原子 1 個の質量を  と定め、これを基準にして求めた単位のない値である。例えば、実際の質量が  $1.99 \times 10^{-23} \text{ g}$  で質量数が  の  原子を基準にすると、質量   $\times 10^{-23} \text{ g}$  の窒素原子の相対質量は 14.0 となる。原子量は、存在する同位体の相対質量とそれらの存在比から計算した平均の相対質量である。

分子量は、分子式に含まれる元素の原子量の総和である。化合物の分子量は、対象とする化合物が溶けた溶液の沸点上昇や凝固点降下、浸透圧などを測定することにより求めることができる。分子量が  化合物については、その水溶液の沸点上昇と凝固点降下が極めて小さいことが多く、それらを実際に測定することが困難であるため、浸透圧測定が利用される。希薄溶液の浸透圧と溶液のモル濃度との関係はオランダの  によって導かれた。

大気圧下、温度 300 K の条件で行った浸透圧測定の実験について考える。非電解質の化合物 2.00 g を水 500 g に溶かしてつくった水溶液から 100 mL をはかりとり、中央が半透膜で仕切られた U 字管の一方の側に入れた。また、U 字管の他方の側には水 100 mL を入れた。水溶液と水を入れた直後には  と  の液面の高さは等しかった。しかし、十分に時間が経過したとき、 の液面の高さは  の液面の高さに比べて高く

なった。  側に圧力  $6.00 \times 10^2 \text{ Pa}$  を加えたところ、  と  の液面の高さは等しくなった。この化合物の分子量は  である。ただし、水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とし、化合物の溶解に伴う水の体積変化は無視できると仮定する。 , , ,  に入る語句の組み合わせとして正しいものは  である。

の解答群

- ① 1            ② 4            ③ 7            ④ 9            ⑤ 11  
⑥ 12          ⑦ 16          ⑧ 19          ⑨ 20

の解答群

- ① 水素                            ② ヘリウム                            ③ リチウム  
④ ベリリウム                    ⑤ ホウ素                            ⑥ 炭素  
⑦ 酸素                            ⑧ フッ素                            ⑨ ネオン

の解答群

- ① 1.4            ② 1.5            ③ 1.7            ④ 2.3            ⑤ 2.5  
⑥ 3.1            ⑦ 4.0            ⑧ 7.0            ⑨ 28

の解答群

- ① 83                            ② 166                            ③ 240  
④  $1.08 \times 10^3$                     ⑤  $1.24 \times 10^3$                     ⑥  $8.30 \times 10^3$   
⑦  $1.08 \times 10^4$                     ⑧  $1.24 \times 10^4$                     ⑨  $1.66 \times 10^4$

オ の解答群

番 号	あ	い	う	え
①	大きい	ファンデルワールス	水	水溶液
②	大きい	ファンデルワールス	水溶液	水
③	大きい	ファントホッフ	水	水溶液
④	大きい	ファントホッフ	水溶液	水
⑤	小さい	ファンデルワールス	水	水溶液
⑥	小さい	ファンデルワールス	水溶液	水
⑦	小さい	ファントホッフ	水	水溶液
⑧	小さい	ファントホッフ	水溶液	水

(このページは、計算に使用してよい。)

(2) 物質の化学変化や状態変化は、熱の出入りを伴う。固体が完全に液体になるときに  する固体 1 mol あたりの熱量を融解熱、固体が液体の状態を経ずに直接気体になるときに  する固体 1 mol あたりの熱量を昇華熱、液体が完全に気体になるときに  する液体 1 mol あたりの熱量を蒸発熱という。例えば、大気圧下の水の場合は、 $0^{\circ}\text{C}$ における融解熱は  $6.00\text{ kJ/mol}$ 、昇華熱は  $51.0\text{ kJ/mol}$  で、 $25^{\circ}\text{C}$ における蒸発熱は  $44.0\text{ kJ/mol}$  である。, ,  に入る語句の組み合わせとして正しいものは  である。

化合物がその成分元素の単体から生成するときの生成物 1 mol あたりの反応熱を生成熱という。例えば、大気圧、温度  $25^{\circ}\text{C}$  の条件におけるエタノール(液体)の生成熱は  $277\text{ kJ/mol}$ 、二酸化炭素(気体)の生成熱は  $394\text{ kJ/mol}$ 、水(液体)の生成熱は   $\text{kJ/mol}$  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。

物質が完全燃焼するときの物質 1 mol あたりの反応熱を燃焼熱という。上記の生成熱の値を用いると、大気圧、温度  $25^{\circ}\text{C}$  の条件におけるエタノール(液体)の燃焼熱は   $\text{kJ/mol}$  と求められる。 の値を用いて計算すると、エタノール(液体)  $100\text{ g}$  を完全燃焼させた場合の発熱量は   $\text{kJ}$  となる。

の解答群

番号	お	か	き
①	吸収	吸収	吸収
②	吸収	吸収	放出
③	吸収	放出	吸収
④	吸収	放出	放出
⑤	放出	吸収	吸収
⑥	放出	吸収	放出
⑦	放出	放出	吸収
⑧	放出	放出	放出



キ の解答群

- ① 52            ② 178            ③ 197            ④ 222            ⑤ 241  
⑥ 266            ⑦ 285            ⑧ 427            ⑨ 471

ク の解答群

- ①  $6.43 \times 10^2$             ②  $6.67 \times 10^2$             ③  $9.72 \times 10^2$   
④  $1.05 \times 10^3$             ⑤  $1.10 \times 10^3$             ⑥  $1.18 \times 10^3$   
⑦  $1.23 \times 10^3$             ⑧  $1.31 \times 10^3$             ⑨  $1.37 \times 10^3$

ケ の解答群

- ①  $1.40 \times 10^3$             ②  $1.45 \times 10^3$             ③  $2.11 \times 10^3$   
④  $2.28 \times 10^3$             ⑤  $2.39 \times 10^3$             ⑥  $2.57 \times 10^3$   
⑦  $2.67 \times 10^3$             ⑧  $2.85 \times 10^3$             ⑨  $2.98 \times 10^3$

(3) 絶対温度  $T_1$  に保たれたピストン付きの密閉容器中に、物質量  $n_1$  の過酸化水素と物質量  $5n_1$  の水からなる体積  $V_1$  の過酸化水素水溶液、および少量の酸化マンガン(IV)を入れて行った実験について考える。ただし、過酸化水素の蒸気圧、酸化マンガン(IV)の体積、反応に伴って発生する気体の水溶液への溶解、および水溶液の体積変化は小さいため無視できると仮定し、以下の全ての過程において水溶液の体積は常に変わらず  $V_1$  とする。また、温度  $T_1$  における水の蒸気圧は  $P_1$  とし、以下の全ての過程において容器中の水は気液平衡の状態にあるものとする。なお、容器内に存在する気体は理想気体とみなす。

過酸化水素水溶液と酸化マンガン(IV)を入れた直後に、容器内部の体積が  $5V_1$  となるようにピストンを固定した。このとき、容器内では e の化学反応式で表される反応が進行して気体が発生し、容器内部の圧力が増加した。容器内部の圧力が  $3P_1$  になったとき、水溶液中の過酸化水素の物質量は反応開始前の半分になった。容器内部の圧力が  $3P_1$  のとき、反応に伴って発生した気体の物質量は反応開始時から合計で こ  $n_1$ 、気体中の水のモル分率は さ である。また、このとき液体として存在する水の物質量は、気体として存在する水の物質量の し 倍である。

容器内部の圧力が  $3P_1$  になった時点でピストンの固定をはずし、容器内部の圧力が常に  $3P_1$  に保たれるようにピストンを調整した。ピストンの固定をはずした時点を開始点として容器内部の体積の時間変化を調べた結果、開始点から  $t_1$  秒後には  $7V_1$ 、 $2t_1$  秒後には  $8V_1$  となった。時間  $t_1$  と  $2t_1$  の間の過酸化水素の平均の分解速度  $v$  と平均のモル濃度  $[X]$  を計算して、これらの関係を求めたところ、次の関係が成立することがわかった。

$$v = k[X]$$

このとき、定数  $k$  は す /  $t_1$  となる。開始点から  $t_1$  秒後に液体として存在する水の物質量は、気体として存在する水の物質量の せ 倍である。

コ の解答群

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

サ の解答群

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

シ の解答群

- ① 30      ② 36      ③ 43      ④ 46      ⑤ 50  
⑥ 53      ⑦ 65      ⑧ 72      ⑨ 84

ス の解答群

- ① 0.13      ② 0.25      ③ 0.33      ④ 0.38      ⑤ 0.50  
⑥ 0.63      ⑦ 0.67      ⑧ 0.75      ⑨ 0.88

セ の解答群

- ① 30      ② 36      ③ 43      ④ 46      ⑤ 50  
⑥ 53      ⑦ 65      ⑧ 72      ⑨ 84

(このページは、計算に使用してよい。)

(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** ～ **タ** 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 **f<sub>1</sub>** , **f<sub>2</sub>** に適する構造式を解答用紙の所定の欄に丁寧<sup>ニ</sup>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, C = 12, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35, K = 39, Br = 80,  
I = 127

(1) アルコールは炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置換した化合物であり、身近な製品の原料として利用されている。

**あ** はグルコースなどのアルコール発酵により生じ、酒類の成分や消毒薬などとして日常生活に広く利用されている。この **あ** を二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化すると **い** が生じ、さらに酸化すると食酢の成分である酢酸が得られる。工業的には、**い** は塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒に用いて **ア** を酸化して製造される。

**あ** と **い** の組み合わせとして正しいものは **イ** である。

油脂は、グリセリンと高級脂肪酸の **ウ** である。油脂 1g を完全にけん化するのに必要な **エ** の質量を mg 単位で表したときの数値をけん化価という。分子量が 878 の油脂のけん化価は **オ** である。なお、この油脂をけん化するとセッケンとグリセリンが生じる。

**ア** の解答群

- |            |            |         |
|------------|------------|---------|
| ① アセチレン    | ② エタン      | ③ エチレン  |
| ④ ジエチルエーテル | ⑤ ジメチルエーテル | ⑥ ブタジエン |
| ⑦ 2-ブテン    | ⑧ プロピレン    | ⑨ プロピン  |

イ の解答群

番 号	あ	い
①	エタノール	アセトアルデヒド
②	エタノール	アセトン
③	エタノール	ホルムアルデヒド
④	2-プロパノール	アセトアルデヒド
⑤	2-プロパノール	アセトン
⑥	2-プロパノール	ホルムアルデヒド
⑦	メタノール	アセトアルデヒド
⑧	メタノール	アセトン
⑨	メタノール	ホルムアルデヒド

ウ の解答群

- |         |          |         |
|---------|----------|---------|
| ① アセタール | ② アミド    | ③ アルデヒド |
| ④ エステル  | ⑤ エーテル   | ⑥ ケトン   |
| ⑦ 水和物   | ⑧ ヌクレオチド | ⑨ ペプチド  |

エ の解答群

- |          |           |           |
|----------|-----------|-----------|
| ① 塩化カリウム | ② 塩化ナトリウム | ③ 塩 酸     |
| ④ 臭化カリウム | ⑤ 水酸化カリウム | ⑥ ヨウ化カリウム |
| ⑦ ヨウ素    | ⑧ 硫 酸     | ⑨ 硫酸ナトリウム |

オ の解答群

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 64  | ② 123 | ③ 137 | ④ 191 | ⑤ 198 |
| ⑥ 213 | ⑦ 253 | ⑧ 640 | ⑨ 868 |       |

(2) アニリンを希塩酸に溶かして氷で冷却し、これに亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、**カ** が得られる。**カ** の水溶液は、熱すると **う** とフェノールを生じる。フェノールはナトリウムと反応し、ナトリウムフェノキシドと **え** を生じる。**う** と **え** の組み合わせとして正しいものは **キ** である。

**カ** の水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると、**ク** をもつ芳香族化合物が生成する。**ク** をもつ芳香族化合物の多くは、黄色や橙色、赤色であり、染料や顔料などとして用いられる。中和滴定の指示薬に用いる **ケ** も **ク** をもつ。**ケ** の水溶液は、pH 4.4 以上で **お** 色を、pH 3.1 以下で **か** 色を呈する。**お** と **か** の組み合わせとして正しいものは **コ** である。

**カ** の解答群

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ① アセトアニリド   | ② アニリンブラック     |
| ③ 安息香酸      | ④ 塩化ベンゼンジアゾニウム |
| ⑤ クレゾール     | ⑥ ナフトール        |
| ⑦ ニトロベンゼン   | ⑧ ベンズアルデヒド     |
| ⑨ ベンゼンスルホン酸 |                |



キ の解答群

番号	う	え
①	水素	酸素
②	水素	水素
③	水素	水
④	窒素	酸素
⑤	窒素	水素
⑥	窒素	水
⑦	二酸化窒素	酸素
⑧	二酸化窒素	水素
⑨	二酸化窒素	水

ク の解答群

- |         |          |        |
|---------|----------|--------|
| ① アセチル基 | ② アゾ基    | ③ アミノ基 |
| ④ エチル基  | ⑤ カルボキシ基 | ⑥ クロロ基 |
| ⑦ スルホ基  | ⑧ ニトロ基   | ⑨ メチル基 |

ケ の解答群

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① アセトアニリド    | ② アニリン       |
| ③ 安息香酸       | ④ クレゾール      |
| ⑤ サリチル酸      | ⑥ ナフトール      |
| ⑦ フェノールフタレイン | ⑧ ブロモチモールブルー |
| ⑨ メチルオレンジ    |              |

コ

の解答群

番号	お	か
①	青	赤
②	青	黄
③	青	緑
④	赤	青
⑤	赤	黄
⑥	赤	無
⑦	黄	青
⑧	黄	赤
⑨	黄	無

(このページは、計算に使用してよい。)

(3) 米の主成分はデンプンである。動物に摂取されたデンプンは体内で加水分解され、運動や体温維持などの生命活動を支えるエネルギー源となる。デンプンは分子内に多数の  をもつ糖類である。糖類のうち、グルコースのように、それ以上小さな糖類に加水分解されないものを単糖類という。単糖類二分子が  ものを二糖類、多数の単糖類が連続的に  ものを多糖類という。 と  の組み合わせとして正しいものは  である。

デンプンに  という酵素を作用させると、デキストリンが生じる。このデキストリンをさらに  で分解すると二糖類の  が生成する。この  をさらに  で加水分解すると、最終的には単糖であるグルコースが得られる。 ,  ,  の組み合わせとして正しいものは  である。

二糖類であるスクロースと  の混合物を希硫酸で完全に加水分解したところ、単糖であるグルコースとフルクトースが生じ、その物質質量比(グルコース：フルクトース)は3：2となった。混合物中のスクロースと  の物質質量比は  : 1である。

の解答群

番 号	き	く
①	アミノ基	還元された
②	アミノ基	酸化された
③	アミノ基	脱水縮合した
④	スルホ基	還元された
⑤	スルホ基	酸化された
⑥	スルホ基	脱水縮合した
⑦	ヒドロキシ基	還元された
⑧	ヒドロキシ基	酸化された
⑨	ヒドロキシ基	脱水縮合した

シ の解答群

番 号	け	こ	さ
①	アミラーゼ	セルロース	セロビアーゼ
②	アミラーゼ	マルトース	マルターゼ
③	カタラーゼ	ガラクトース	インベルターゼ
④	カタラーゼ	スクロース	セルラーゼ
⑤	トリプシン	マルトース	チマーゼ
⑥	ペプシン	セルロース	インベルターゼ
⑦	ペプシン	ガラクトース	セロビアーゼ
⑧	リパーゼ	スクロース	セルラーゼ
⑨	リパーゼ	フルクトース	マルターゼ

ス の解答群

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

(4) アセチレンは、無色・無臭の気体であり、工業的にはナフサの熱分解により合成されている。アセチレンは、 に  を作用させることで生成するが、この方法で合成したアセチレンは不純物を含むため、特有の不快臭がある。アセチレンのように、分子中の炭素原子間に三重結合を一つ持つ鎖式炭化水素を  と総称し、一般式  ( $n$  は自然数で、 $n \geq 2$ ) で表す。 と  の組み合わせとして正しいものは  である。また、 と  の組み合わせとして正しいものは  である。

一般式  で表される、 $n$  の数が不明な  を 0.30 mol 用いて完全燃焼させたところ、3.0 mol の酸素を要した。このことから、 $n$  は  である。

アセチレンを用いることで様々な反応が可能である。例えば、赤熱した鉄に接触させる、といったように、アセチレンを適当な触媒と共に加熱すると、3分子が重合して正六角形の炭素骨格を含む化合物を与える。一般式  において  $n$  が 4 の  には、A と B の二種類の異性体が存在するが、この A と B について実験を行い、記述 i) ~ v) に示した実験結果を得た。

- i) 上記下線部の、正六角形の炭素骨格を含む化合物を与える重合反応は、アセチレン以外の  でも進行する。そこで、A と B をそれぞれ、上記下線部と同様の条件下で重合させたところ、A からは C が生成し、B からは異性体の関係にある D と E が得られた。
- ii) D と E をそれぞれ、過マンガン酸カリウム水溶液に加えて反応させ、溶液を酸性にしたところ、D からは F、E からは G が得られた。
- iii) F と G のそれぞれにおいて  $2.0 \times 10^{-4}$  mol/L の水溶液 1.0 mL を調製し、よく振り混ぜながら  $3.0 \times 10^{-4}$  mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をゆっくりと滴下したところ、いずれの場合も 2.0 mL を使用したところで中和点に達した。
- iv) F と G のそれぞれを加熱したところ、F のみが H へと変化した。

v) H を水に加えてかき混ぜたところ、再度 F が生じた。

上記の記述 i) ~ v) にもとづけば、C の構造式を  $f_1$  , H の構造式を

$f_2$  と特定できる。

セ の解答群

番号	し	す
①	酢酸ナトリウム	塩 素
②	炭化カルシウム	塩 素
③	炭酸カリウム	塩 素
④	酢酸ナトリウム	酸 素
⑤	炭化カルシウム	酸 素
⑥	炭酸カリウム	酸 素
⑦	酢酸ナトリウム	水
⑧	炭化カルシウム	水
⑨	炭酸カリウム	水

ソ の解答群

番号	せ	そ
①	アルカン	$C_nH_{2n-2}$
②	アルカン	$C_nH_{2n}$
③	アルカン	$C_nH_{2n+2}$
④	アルキン	$C_nH_{2n-2}$
⑤	アルキン	$C_nH_{2n}$
⑥	アルキン	$C_nH_{2n+2}$
⑦	アルケン	$C_nH_{2n-2}$
⑧	アルケン	$C_nH_{2n}$
⑨	アルケン	$C_nH_{2n+2}$

夕の解答群

① 2

② 3

③ 4

④ 5

⑤ 6

⑥ 7

⑦ 8

⑧ 9

⑨ 10



