



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 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)で記入しなさい。
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 を解答用紙の所定の欄に 丁寧に 記入しなさい。

- (1) 元素を原子番号の順に並べるとその性質がほぼ周期的に変化する。これを元素の周期律という。周期律にもとづいて性質の似た元素が同じ縦の列に並ぶように配列した表を元素の周期表という。原子番号が1から30までの元素のなかに、遷移元素は 種類あり、常温常圧において単体の状態が気体である元素は 種類ある。

地殻中に存在する元素の割合を質量%の単位で表した場合に、酸素に次いで割合の大きい元素は である。 の単体は、集積回路などの半導体材料に用いられている。生体内に存在する元素の割合を質量%の単位で表した場合に、酸素に次いで割合の大きい元素は である。 には多くの同素体が存在し、それらは様々な材料として使われている。また、金属元素の中で最も原子量が小さい は、電池の原料としての需要が増している。

の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

ウ の解答群

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① 硫黄 | ② カリウム | ③ カルシウム |
| ④ ケイ素 | ⑤ 炭素 | ⑥ 窒素 |
| ⑦ ナトリウム | ⑧ リチウム | ⑨ リン |

エ の解答群

- | | | |
|---------|----------|---------|
| ① カルシウム | ② ケイ素 | ③ 水素 |
| ④ 炭素 | ⑤ 窒素 | ⑥ ナトリウム |
| ⑦ フッ素 | ⑧ マグネシウム | ⑨ リン |

オ の解答群

- | | | |
|--------|----------|---------|
| ① 亜鉛 | ② アルミニウム | ③ チタン |
| ④ 鉄 | ⑤ 銅 | ⑥ ナトリウム |
| ⑦ ニッケル | ⑧ マンガン | ⑨ リチウム |

(2) 人類は古くから様々な金属を生活に取り入れ、利用してきた。紀元前 8000 年頃の遺跡からは、自然に産出した金属を加工して作ったビーズ状の装飾品が見ついている。この金属の元素記号は であり、陽子数は 29 である。 と Sn を主成分とする合金である の発見は、それまで石器を主な道具として使用していた古代の人々の暮らしを大きく変えたといわれている。 は、比較的低温で融解するため加工が容易であり、食器、貨幣、宝飾品等として用いられた。現在では、 と様々な金属との合金が利用されている。

天然に、 は単体としても存在するが、 と Fe と S からなる化合物として存在することが多い。 と Fe と S の化合物のひとつである 鉱をケイ砂、石灰石、コークスとともに強熱すると の硫化物が得られる。 の硫化物を空気とともに加熱すると、Fe, Ni, Ag, Au などの不純物を微量に含む の純度が 99 % 程度の金属が得られる。さらに電解精錬することで、 の純度は 99.99 % 以上になる。電解精錬では、 の純度が高い金属板を , の純度が低い金属板を とし、 価の の陽イオンと硫酸イオンの化合物の硫酸酸性水溶液中で電気分解する。この時、 から が 価の陽イオンとして溶け出し、 に析出する。Fe, Ni, Ag, Au を不純物として含む の純度が低い金属板の電解精錬を行う場合、 よりも の大きい Fe, Ni は溶出し、 の小さい Ag, Au は 泥として沈殿するため、高純度化が可能となる。 , , , の組み合わせとして正しいものは である。

Fe^{3+} , Zn^{2+} , Ag^+ および の 価の陽イオンを含む水溶液がある。この水溶液に対して、常温常圧下で以下の操作をおこなった。はじめに、この水溶液に希塩酸を加えると、白色の沈殿 A が生じた。ろ過により沈殿 A とろ液 a に分離した。ろ液 a に、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、沈殿 B が生じた。ろ過により沈殿 B とろ液 b に分離した。沈殿 B に

アンモニア水を過剰に加えると、沈殿 B の一部が溶解した。溶けなかった残りの沈殿を沈殿 C とする。ろ過により沈殿 C とろ液 c に分離した。沈殿 C は赤褐色で、その化学式は d_1 となる。また、ろ液 c は \square 色で、ろ液 c に含まれる錯イオンの化学式は d_2 となる。

\square の解答群

- ① Ca ② Co ③ Cr ④ Cu ⑤ Ga
⑥ K ⑦ Mn ⑧ Ti ⑨ V

\square の解答群

- ① 黄銅 ② ジュラルミン ③ ステンレス
④ 青銅 ⑤ ニクロム ⑥ 白銅
⑦ 洋銀 ⑧ 緑青

\square の解答群

- ① 黄銅 ② ジュラルミン ③ ステンレス
④ 青銅 ⑤ ニクロム ⑥ 白銅
⑦ 洋銀 ⑧ 緑青

ケ の解答群

番 号	あ	い	う	え
①	陽 極	陰 極	一	イオン化傾向
②	陽 極	陰 極	一	第一イオン化エネルギー
③	陽 極	陰 極	二	イオン化傾向
④	陽 極	陰 極	二	第一イオン化エネルギー
⑤	陰 極	陽 極	一	イオン化傾向
⑥	陰 極	陽 極	一	第一イオン化エネルギー
⑦	陰 極	陽 極	二	イオン化傾向
⑧	陰 極	陽 極	二	第一イオン化エネルギー

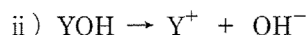
コ の解答群

- ① 黄緑 ② 黒 ③ 血赤 ④ 深青 ⑤ 青白
 ⑥ 赤褐 ⑦ 淡桃 ⑧ 無 ⑨ 緑白

(このページは、計算に使用してよい。)

(3) レモンの果汁や酢は特有な味をもち、酸性を示す。一方、油汚れを落とす液体洗剤には塩基性のものがある。このように、溶質の種類により水溶液の性質は変化する。水の電離によって生じた水素イオンの濃度と水酸化物イオンの濃度の積を水のイオン積という。例えば、温度 25℃ の場合、水のイオン積は (mol/L)² である。したがって、水溶液の酸性・塩基性の程度は水素イオン濃度の数値の大小で表すことができる。水素イオン濃度は一般に広い範囲の桁数で変化する小さな値をとり、そのままでは扱いにくいいため、水素イオン指数 pH が利用される。水素イオン濃度が A [mol/L] のとき、A を使って pH を数式で表すと $\text{pH} = \text{$ となる。 , の組み合わせとして正しいものは である。

常温常圧における、弱酸である化合物 HX と強塩基である化合物 YOH の中和反応について考える。HX および YOH は水溶液中では、それぞれ i) 式および ii) 式のように電離する。



HX の 0.10 mol/L 水溶液の電離度を α , YOH の 0.10 mol/L 水溶液の電離度を 1.0 とする。HX の 0.10 mol/L 水溶液が i) 式の電離平衡になったとき、この水溶液に含まれる X^- の濃度は mol/L である。また、HX の水溶液中での電離定数 K_a は と表すことができる。HX の 0.10 mol/L 水溶液を水で希釈して 0.020 mol/L としたとき、この溶液の平衡時の電離度は、 K_a を使って と表すことができる。

次に、HX の 0.10 mol/L 水溶液 10 mL に YOH の 0.10 mol/L 水溶液 10 mL を加えて中和する場合を考える。HX および YOH の中和により生成した塩 YX は水溶液中に溶解し、完全に電離したとすると、中和後の水溶液中に含まれる Y^+ の濃度は mol/L となる。この時、中和点において $\text{pH} = 9$ であるとすると、HX の濃度は K_a を使って mol/L と表すことができる。

サ の解答群

番 号	お	か
①	1.0×10^{-14}	$-\log_A 10$
②	1.0×10^{-14}	$-\log_{10} A$
③	1.0×10^{-14}	$\log_A 10$
④	1.0×10^{-14}	$\log_{10} A$
⑤	1.0×10^{14}	$-\log_A 10$
⑥	1.0×10^{14}	$-\log_{10} A$
⑦	1.0×10^{14}	$\log_A 10$
⑧	1.0×10^{14}	$\log_{10} A$

シ の解答群

- ① α ② $\frac{\alpha}{10}$ ③ $\frac{\alpha}{100}$ ④ $\frac{\alpha}{1000}$
 ⑤ $\frac{1}{\alpha}$ ⑥ $\frac{1}{10\alpha}$ ⑦ $\frac{1}{100\alpha}$ ⑧ $\frac{1}{1000\alpha}$

ス の解答群

- ① $\frac{\alpha}{10}$ mol/L ② $\frac{10}{\alpha}$ L/mol ③ $\frac{\alpha^2}{100}$ (mol/L)²
 ④ $\frac{100}{\alpha^2}$ (L/mol)² ⑤ $\frac{\alpha}{10(1-\alpha)}$ ⑥ $\frac{100(1-\alpha)}{\alpha}$
 ⑦ $\frac{\alpha^2}{10(1-\alpha)}$ mol/L ⑧ $\frac{100(1-\alpha)}{\alpha^2}$ L/mol

セ の解答群

- ① $\sqrt{K_a}$ ② $5\sqrt{2} K_a$ ③ $50\sqrt{K_a}$ ④ $50 K_a$
- ⑤ $-5 K_a + \sqrt{25 K_a^2 + 2 K_a}$ ⑥ $-25 K_a + 5\sqrt{25 K_a^2 + 2 K_a}$
- ⑦ $\frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 200 K_a}}{100}$ ⑧ $\frac{-1 + \sqrt{200 K_a + 1}}{100 K_a}$
- ⑨ $\frac{-25 + 5\sqrt{2 K_a + 25}}{2 K_a}$

ソ の解答群

- ① 5.0×10^{-4} ② 1.0×10^{-3} ③ 5.0×10^{-3} ④ 1.0×10^{-2}
- ⑤ 5.0×10^{-2} ⑥ 1.0×10^{-1} ⑦ 5.0×10^{-1} ⑧ 1.0

タ の解答群

- ① $\frac{5.0 \times 10^{-11}}{K_a + 1.0 \times 10^{-9}}$ ② $\frac{K_a + 1.0 \times 10^{-9}}{5.0 \times 10^{-11}}$ ③ $\frac{5.0 \times 10^{-9}}{K_a}$
- ④ $\frac{K_a}{5.0 \times 10^{-9}}$ ⑤ $\frac{1.0 \times 10^{-10}}{K_a + 1.0 \times 10^{-9}}$ ⑥ $\frac{K_a + 1.0 \times 10^{-9}}{1.0 \times 10^{-10}}$
- ⑦ $\frac{1.0 \times 10^{-10}}{K_a}$ ⑧ $\frac{K_a}{1.0 \times 10^{-10}}$

(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 , に適する式を解答用紙の所定の欄に丁寧に記入しなさい。

原子量および対数が必要な場合は、それぞれ次の値を用いなさい。

H = 1.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5

$\log_e 2 = 0.693$, $\log_e 3 = 1.10$, $\log_e 5 = 1.61$, $\log_e 7 = 1.95$

(1) 原子やイオン、分子などの粒子が三次元的に規則正しく配列した構造をもつ固体を結晶という。結晶は、金属元素の原子からなる金属結晶、非金属元素の原子からなる 結晶と 結晶、金属元素の原子と非金属元素の原子の両方を含むことができる 結晶に大別される。 結晶では、 力によって 結合が形成される。, , , の組み合わせとして正しいものは である。

一般に、 結晶は 溶媒に溶けやすいものが多い。例えば、水溶性の 結晶を水に入れた場合は、結晶を構成していた粒子の が起こり、粒子が水中に拡散する。この現象に伴って出入りする熱を 熱という。, , の組み合わせとして正しいものは である。

大気圧下、温度 25.0℃の条件における実験について考える。固体の水酸化ナトリウム 8.00 g を多量の水に完全に溶かしたところ、9.00 kJ の熱が発生した。このことから、水酸化ナトリウムの 熱は kJ/mol と求められる。さらに、得られた水酸化ナトリウム水溶液すべてを、塩化水素 0.500 mol を含む希塩酸と完全に反応させて 3.00 L の水溶液を作ったところ、11.0 kJ の熱が発生した。 の法則を用いると、固体の水酸化ナトリウム 8.00 g を、塩化水素 0.500 mol を含む希塩酸と直接反応させて 3.00 L の水溶液を作った場合に 熱量は kJ と求められる。

ア の解答群

番 号	あ	い	う	え
①	イオン	共 有	分 子	クーロン
②	イオン	共 有	分 子	ファンデルワールス
③	分 子	イオン	共 有	クーロン
④	分 子	イオン	共 有	ファンデルワールス
⑤	共 有	分 子	イオン	クーロン
⑥	共 有	分 子	イオン	ファンデルワールス

イ の解答群

番 号	お	か	き
①	極 性	水 和	中 和
②	極 性	水 和	溶 解
③	極 性	中 和	中 和
④	極 性	中 和	溶 解
⑤	無極性	水 和	中 和
⑥	無極性	水 和	溶 解
⑦	無極性	中 和	中 和
⑧	無極性	中 和	溶 解

ウ の解答群

- ① - 72.0 ② - 65.8 ③ - 45.0 ④ - 11.0
 ⑤ 11.0 ⑥ 45.0 ⑦ 65.8 ⑧ 72.0

エ の解答群

- ① アボガドロ ② ゲーリュサック ③ シャルル
 ④ ドルトン ⑤ ファラデー ⑥ ヘス
 ⑦ ヘンリー ⑧ ボイル ⑨ ルシャトリエ

オ の解答群

- ① 吸収する ② 発生する

カ の解答群

- ① 10 ② 20 ③ 34 ④ 44 ⑤ 56
⑥ 66 ⑦ 80 ⑧ 121 ⑨ 127

(このページは、計算に使用してよい。)

(2) 一般に化学反応では、反応物の濃度が高いほど分子同士の衝突頻度が なるため、反応速度が なる。しかし、分子同士の衝突が起こったとしても、分子のもつエネルギーが活性化エネルギーを超えないと反応は進行しない。一般には、温度が高くなると活性化エネルギーより大きなエネルギーをもつ分子の割合が ことから、反応速度は なる。また、発熱反応において触媒を用いることで反応が促進されるとき、反応熱は , 活性化エネルギーは低下する。 , , , の組み合わせとして正しいものは である。

化学反応式 $A \rightarrow 2B$ で表される発熱反応について考える。触媒を使用しない場合の活性化エネルギーは 180 kJ/mol であったが、触媒を使用すると活性化エネルギーは 70 kJ/mol になった。また、 1 mol の A から 2 mol の B が生成するときの反応熱は 10 kJ であった。時刻 t_1 から t_2 の間に、 A の濃度が $[A]_1$ から $[A]_2$ に、 B の濃度が $[B]_1$ から $[B]_2$ に変化した。このとき、 A の平均の反応速度 v を $t_1, t_2, [A]_1, [A]_2$ を用いて表すと e_1 となり、 $t_1, t_2, [B]_1, [B]_2$ を用いて表すと e_2 となる。

実験の結果、時刻 t と A の濃度 $[A]$ との関係は以下の式で与えられることがわかった。

$$[A] = [A]_0 e^{-kt}$$

ただし、 $[A]_0$ は $t = 0 \text{ s}$ のときの A の濃度とし、 k は $4.0 \times 10^{-3} / \text{s}$ の値をとる定数とする。 A の濃度 $[A]$ が $[A]_0$ の半になる時刻を有効数字 2 桁の数値で表すと ケ . コ $\times 10^2 \text{ s}$ となる。

逆反応 $2B \rightarrow A$ において、触媒を使用しない場合の活性化エネルギーは サ kJ/mol である。

キ の解答群

- ① 大きくなり ② 変わらず ③ 小さくなり

ク の解答群

番 号	く	け	こ	さ
①	高 く	大き く	増える	大き く
②	高 く	大き く	増える	小さ く
③	高 く	大き く	減 る	大き く
④	高 く	大き く	減 る	小さ く
⑤	低 く	小さ く	増える	大き く
⑥	低 く	小さ く	増える	小さ く
⑦	低 く	小さ く	減 る	大き く
⑧	低 く	小さ く	減 る	小さ く

ケ の解答群

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

コ の解答群

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

サ の解答群

- ① 10 ② 60 ③ 70 ④ 80 ⑤ 110
 ⑥ 170 ⑦ 180 ⑧ 190 ⑨ 250

(3) 着火装置がついた容積 V_1 の容器 A に、コック I で容積 $3V_1$ の容器 B が、コック II で容積 $2V_1$ の容器 C がそれぞれ連結され、容器全体の絶対温度は T_1 に保たれている。コック I とコック II を閉じた状態で、容器 A には物質量 n_1 の気体ヘリウムを、容器 B には物質量不明の気体酸素 (O_2) を、容器 C には物質量 $2n_1$ の気体プロパンを入れた。ただし、以下の全ての過程で、反応に伴って発生する水は常に液体の状態が存在するものとし、コックの部分の容積、水の体積、水への気体の溶解、および水の蒸気圧は無視できると仮定する。また、容器中に存在する気体は全て理想気体とみなし、気体定数は R とする。

容器 A と容器 B の間にあるコック I を開いた。気体ヘリウムと気体酸素が完全に混合したとき、容器 A と容器 B 内部の気体ヘリウムの分圧は P_1 、混合気体の全圧は $16P_1$ となった。このとき、容器 A 内部に存在する気体ヘリウムの物質量は n_1 である。このことから容器 A と容器 B 内に存在する気体酸素の物質量の総量は n_1 と求められる。

コック I を開けたまま、容器 A と容器 C の間にあるコック II を開いた。三種類の気体が完全に混合したとき、容器内部の全圧は P_1 となった。さらに、着火装置により着火したところ、容器内に存在するすべての気体プロパンが完全燃焼した。反応が完全に終わってから十分に時間が経過したとき、容器全体の温度は T_1 となった。このとき、全容器内に存在する気体酸素の物質量は n_1 、容器内部の混合気体の全圧は P_1 である。

の解答群

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

ス の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 6 ⑤ 9
⑥ 12 ⑦ 15 ⑧ 18 ⑨ 21

セ の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 6 ⑤ 9
⑥ 12 ⑦ 15 ⑧ 18 ⑨ 21

ソ の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

タ の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

(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 ～ 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。ただし、 については、2桁の数値になるように順番にも注意して解答を選び、マークしなさい。また、空欄 , 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。

原子量およびアボガドロ定数 N_A が必要な場合は、それぞれ次の値を用いなさい。

$$H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0$$

$$N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$$

(1) 次の記述 i)～iv)は、緑色植物の光合成、アミノ酸、有機化合物の反応と特徴に関するものである。

i) 緑色植物の光合成により合成される化合物は が縮合重合したデンプンである。

の解答群

- | | | |
|------------|----------|---------|
| ① アセチレン | ② 一酸化炭素 | ③ エチレン |
| ④ グルコース | ⑤ グルタミン酸 | ⑥ 二酸化炭素 |
| ⑦ ホルムアルデヒド | ⑧ メタノール | ⑨ メタン |

ii) 以下の化合物のうち、一分子中に二つのカルボキシ基を持ち、化学調味料の原料に用いられるアミノ酸は である。

の解答群

- | | | |
|------------|---------|----------|
| 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 チロシン |
| ⑦ フェニルアラニン | ⑧ メチオニン | ⑨ リシン |

iii) プロペン分子 1.5×10^{24} 個に対しては、最大で mol の臭素分子を付加させることができる。

の解答群

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 2.0 ⑤ 2.5
⑥ 5.0 ⑦ 10 ⑧ 25 ⑨ 50

iv) 以下の化合物のうち、重合反応によって得られる高分子化合物の薄膜にヨウ素などを添加することで、金属に近い電気伝導性を示すものは である。 に十分な酸素を供給しながら完全燃焼させると、金属の切断や溶接に利用可能な、約 3000℃にも達する炎が得られる。

の解答群

- ① アクリロニトリル ② アセチレン ③ アセトン
④ エチレン ⑤ 酢酸ビニル ⑥ スチレン
⑦ テレフタル酸 ⑧ プロペン ⑨ メラミン

(2) エタノールと少量の不純物からなる、密度 0.814 g/cm^3 の液体 A について考える。この液体 A を 5.40 mL はかりとり、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液の入った試験管に入れて 60°C の温水中で加熱したところ、エタノールが反応して気体状態の を生じた。この気体状態の を冷却してすべて捕集し、十分に酸化させた結果、 が 5.40 g 得られた。このことから、最初に用いた液体 A におけるエタノールの質量パーセント濃度を有効数字 2 桁で表すと、 % と求められる。ただし、すべての反応は完全に進行したものとする。なお、 は、 水溶液中でヨウ素と反応して黄色の沈殿を生じる。、 の組み合わせとして正しいものは である。

の解答群

- | | |
|--------------|-------------|
| ① アセトアルデヒド | ② アセトン |
| ③ エチルメチルエーテル | ④ エチレングリコール |
| ⑤ ジエチルエーテル | ⑥ フェノール |
| ⑦ フマル酸 | ⑧ ホルムアルデヒド |
| ⑨ メタノール | |

の解答群

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

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

番 号	あ	い
①	エチレン	塩化ナトリウム
②	エチレン	硝酸銀
③	エチレン	水酸化ナトリウム
④	ギ 酸	塩化ナトリウム
⑤	ギ 酸	硝酸銀
⑥	ギ 酸	水酸化ナトリウム
⑦	酢 酸	塩化ナトリウム
⑧	酢 酸	硝酸銀
⑨	酢 酸	水酸化ナトリウム

(3) 古代より、ヤナギの樹皮には、熱を下げたり痛みを和らげたりする作用があることが知られていた。19世紀中ごろ、化学分析によりこの解熱・鎮痛作用の有効物質はサリチル酸であることが分かった。しかし、サリチル酸はそのまま飲むと胃に対して副作用を起こすことが問題となり、その代用として新たな薬剤が開発された。

サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると、 が生成する。 は解熱鎮痛剤に用いられている。一方、サリチル酸とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると、 が生成する。 が生成した後に、反応液に 水溶液を加え、未反応のサリチル酸を水溶性の塩とすることにより、サリチル酸を分離、除去することができる。また、この時に発生する気体は である。なお、 は消炎塗布剤として用いられている。 , の組み合わせとして正しいものは である。また、 , の組み合わせとして正しいものは である。

得られた および に塩化鉄(Ⅲ)水溶液をそれぞれ加えた。このとき、 。

の解答群

番 号	う	え
①	アセチルサリチル酸	アセトアニリド
②	アセチルサリチル酸	アセトアミノフェン
③	アセチルサリチル酸	サリチル酸メチル
④	アセトアニリド	アセチルサリチル酸
⑤	アセトアニリド	アセトアミノフェン
⑥	アセトアニリド	サリチル酸メチル
⑦	サリチル酸メチル	アセトアニリド
⑧	サリチル酸メチル	アセトアミノフェン
⑨	サリチル酸メチル	アセチルサリチル酸

コ の解答群

番 号	お	か
①	塩化ナトリウム	酸 素
②	塩化ナトリウム	水 素
③	塩化ナトリウム	二酸化炭素
④	塩化カリウム	酸 素
⑤	塩化カリウム	水 素
⑥	塩化カリウム	二酸化炭素
⑦	炭酸水素ナトリウム	酸 素
⑧	炭酸水素ナトリウム	水 素
⑨	炭酸水素ナトリウム	二酸化炭素

サ の解答群

- ① , ともに呈色する
- ② のみが呈色する
- ③ のみが呈色する
- ④ , ともに呈色しない

(4) 分子内にベンゼン環をもつ炭化水素を という。 であるベンゼンの炭素原子間の結合の長さや性質はすべて等しい。このベンゼンの炭素原子間の結合は、アルケンの C=C 結合とは異なり、 を起こしにくい。一方、ベンゼンの水素原子はほかの原子や原子団と を起こしやすい。 , の組み合わせとして正しいものは である。

分子内にベンゼン環をもつ である **A** について、以下の実験をおこなった。

- i) **A** を 32 mg はかりとり、酸素気流下において完全燃焼させたところ、110 mg の二酸化炭素と 18 mg の水のみが生じた。
- ii) 触媒に酸化バナジウム(V) V_2O_5 を用いて、高温条件下で **A** を酸化すると、分子内に複数の環状構造をもつ **B** が得られた。**B** を HCl 水溶液で加水分解したところ、**C** が生じた。**C** の 1.0×10^{-4} mol/L の水溶液 10 mL をつくり、 2.0×10^{-4} mol/L の水酸化カリウム水溶液で滴定したところ、10 mL で中和点に達した。
- iii) **A** に濃硫酸を加えて加熱すると、**A** のベンゼン環に結合した一つの水素原子がほかの原子団と を起こし、構造異性体の関係にある **D** と **E** が得られた。
- iv) **D** と **E** を分離・精製したのちに、**D** と **E** のそれぞれを NaOH 水溶液中で中和した。得られたナトリウム塩のそれぞれを固体の NaOH とともに高温で加熱したところ、**D** からは **F**、**E** からは **G** がそれぞれ得られた。
- v) **F** と **G** のそれぞれに二酸化炭素と水を作用させたところ、**F** からは **H**、**G** からは **I** がそれぞれ得られた。
- vi) **H** に濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させたところ、**H** の炭素骨格に結合した一つの水素原子がほかの原子団と を起こした化合物が得られた。**I** からも同じ反応により、**I** の炭素骨格に結合した一つの水素原子がほかの原子団と を起こした化合物が得られた。
- vii) 氷冷したアニリン塩酸塩の水溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えて得られた水溶液を、あらかじめ **G** の水溶液を染み込ませた白色の布に滴下した

ところ、布が橙色に染色された。

なお、記述vi)でHとIのそれぞれから生じる、炭素骨格に二つの異なる官能基をもつ化合物には、どちらにも **セ** 種類の構造異性体が考えられる。ただし、HとIにあらかじめ存在していた炭素骨格の構造と官能基の位置は変えずに考えること。これらの構造異性体のうち、官能基が結合した二つの炭素原子が互いに結合している(隣り合う)構造異性体は、Hから生じる化合物には一つ、Iから生じる化合物には二つある。

シ の解答群

- ① 鎖式炭化水素 ② 脂肪族炭化水素 ③ 芳香族炭化水素
④ 飽和炭化水素 ⑤ 脂環式炭化水素

ス の解答群

番 号	き	く
①	付加反応	重合反応
②	付加反応	脱離反応
③	付加反応	置換反応
④	置換反応	重合反応
⑤	置換反応	脱離反応
⑥	置換反応	付加反応
⑦	脱離反応	重合反応
⑧	脱離反応	付加反応

セ の解答群

- ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10
⑥ 11 ⑦ 12 ⑧ 13 ⑨ 14

(a) 記述 i) の結果にもとづけば、A が持つ炭素原子の数と水素原子の数の組み合わせとして正しいものは **ソ** である。

ソ の解答群

番 号	炭素原子の数	水素原子の数
①	8	8
②	8	9
③	8	10
④	9	8
⑤	9	9
⑥	9	10
⑦	10	8
⑧	10	9
⑨	10	10

(b) 記述 iii) で進行した反応は **タ** である。

タ の解答群

- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① アセタール化 | ② アセチル化 | ③ エステル化 |
| ④ カップリング | ⑤ ジアゾ化 | ⑥ スルホン化 |
| ⑦ ニトロ化 | ⑧ 発酵 | ⑨ ハロゲン化 |

(c) 記述 vii) において、橙色を示す化合物を生じた反応は **チ** である。

チ の解答群

- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① アセタール化 | ② アセチル化 | ③ エステル化 |
| ④ カップリング | ⑤ けん化 | ⑥ スルホン化 |
| ⑦ ニトロ化 | ⑧ 発酵 | ⑨ ハロゲン化 |

(d) 記述 i)～vii)およびその後の構造異性体に関する記述にもとづけば, \mathbf{C} の構造式を $\boxed{f_1}$, \mathbf{H} の構造式を $\boxed{f_2}$ と特定できる。

(このページは、計算に使用してよい。)

