

化 学

試験時間；13:00～14:00（60分）

配 点；150点

【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. 配付物 ； (1)「問題冊子」1～18ページ
(2)「解答用紙（マーク式）」1枚
3. 「問題冊子」中、表紙裏は下書き用紙です。計算用紙として使いなさい。
問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
4. 問題文は、1～10ページ、12～14ページ、16～18ページに印刷してあります。
問題冊子の11ページ、15ページは下書き用紙です。
5. 試験開始と同時に配付物を確認し、脱落している場合は申し出なさい。
また、試験中に「問題冊子」の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び「解答用紙（マーク式）」の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 「解答用紙（マーク式）」の記入方法について
 - (1) 記入は必ず鉛筆を使用すること。
 - (2) 受験番号記入欄には各自の5ケタの受験番号（90001, 90002, 90003, …）を記入し、続いて5ケタの受験番号（90001, 90002, 90003, …）をマークしなさい。
 - (3) 氏名欄には各自の氏名を楷書で記入すること。
 - (4) 解答は指定された解答欄にマークしなさい。
 - (5) 欄外の「記入上の注意事項」をよく守って解答しなさい。
7. 試験終了の合図と同時に、裏返しの状態で下から「問題冊子」、
「解答用紙（マーク式）」1枚の順に並べなさい。
8. 試験終了後、「問題冊子」は持ち帰りなさい。

下書き用紙

問1～問22の解答を、指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：**H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32,**
Cl=35.5, Cu=64

気体定数： **$8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$**

セルシウス温度目盛りのゼロ点 **0 °C : 273 K**

『余 白』

1

次の問い（問1～問6）に答えよ。

（40点）

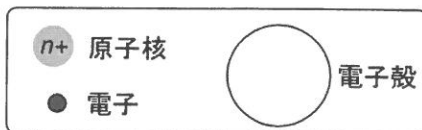
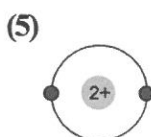
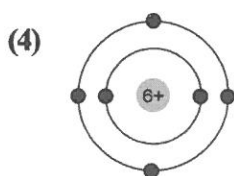
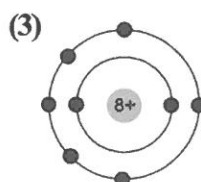
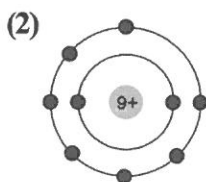
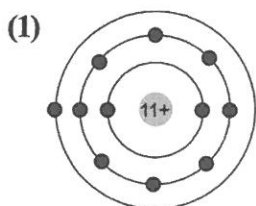
問1 塩化ナトリウム水溶液から、水を分離する操作として適切なものは、次のうちどれか。

マーク式解答欄 1

- (1) ろ過 (2) 再結晶 (3) 蒸留 (4) 昇華法 (5) 抽出

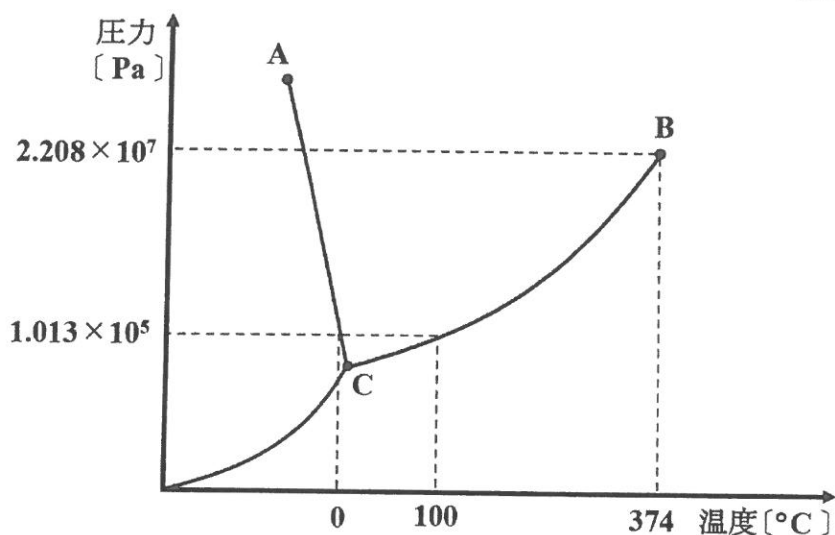
問2 次の電子配置をもつ原子のうち、第一イオン化エネルギーが最も大きいものはどれか。

マーク式解答欄 2



問3 下図は水の状態図である。水の状態図に関する記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 3



- (a) 曲線 CB は蒸気圧曲線である。
- (b) C 点では、固体、液体、気体が共存する。
- (c) B 点よりも温度と圧力が高い状態では気体のみが存在する。
- (d) 気圧が下がると、水の凝固点は低下する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問4 物質の三態に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 **4**

- (a) 気体は、物質を構成する粒子間の距離は大きい、粒子のもつ運動エネルギーは小さい。
- (b) 液体は、物質を構成する粒子が、粒子間の引力によって集合しながら、不規則に動き回っている。
- (c) どの物質でも、密度は、固体、液体、気体の順に大きくなる。
- (d) 液体を経ずに気体から固体に変化することを凝縮という。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

問5 硫酸銅(II)の無水塩 CuSO_4 の水への溶解度は 20°C で 20、 60°C で 40 である。 60°C の硫酸銅(II)の飽和水溶液 100 g を 20°C まで冷却すると、析出する硫酸銅(II)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 **5**

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| (1) 8 | (2) 13 | (3) 25 | (4) 35 |
| (5) 41 | (6) 49 | (7) 55 | (8) 64 |

問6 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸 20 mL と, $1.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液 80 mL を混ぜ合わせた。この混合溶液の pH として最も近い値は, 次のうちどれか。必要があれば, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いよ。

マーク式解答欄 6

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 1.0 | (2) 2.0 | (3) 3.0 | (4) 4.0 |
| (5) 5.0 | (6) 6.0 | (7) 7.0 | (8) 8.0 |

『余 白』

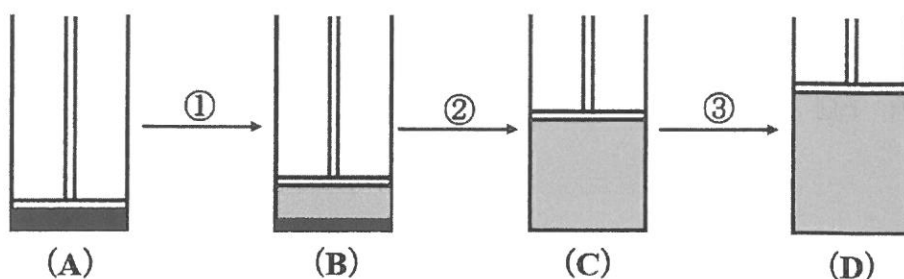
2

次の問い(問7～問9)に答えよ。

(21点)

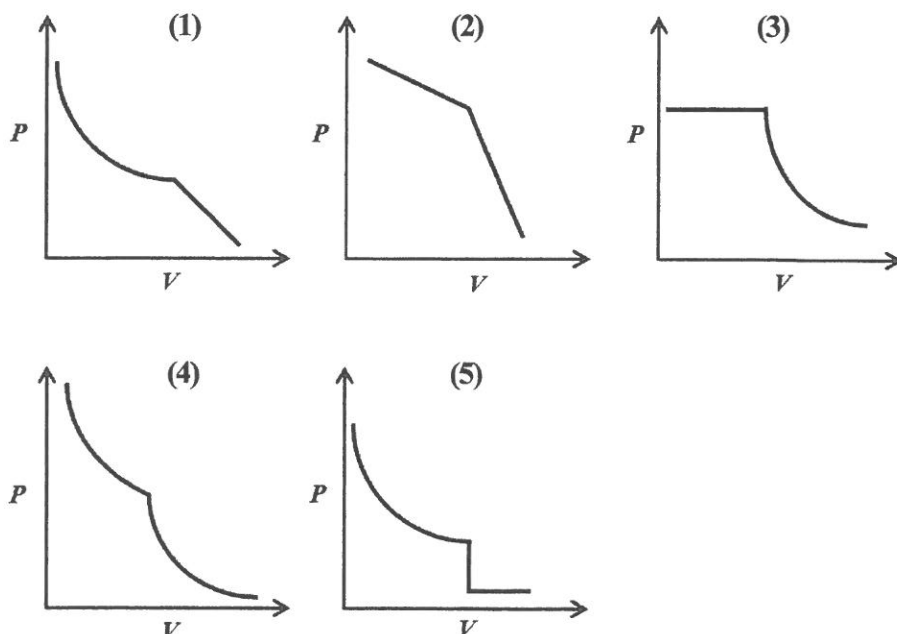
下図(A)のように、ピストン付き容器に 57°C で 2.0g の揮発性液体が入っている。温度を 57°C に保ったまま以下の操作を行った。

- ① ピストンをゆっくり上げると、液体の一部が蒸発して気体を生じた。(A) → (B)
- ② (B)の状態から、ピストンをさらに上げると、容器の体積が 8.3L になったところで液体はすべて気体になった。(B) → (C)
- ③ (C)の状態から、ピストンをさらに上げた。(C) → (D)



問7 (A) から (D) に変化させたとき、容器内の体積 V と圧力 P の関係として最も適切なものはどれか。

マーク式解答欄 7



問8 (C)において、気体の圧力は $3.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。この気体の平均分子量はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、このときの容器内に存在する気体は理想気体として扱えるものとする。

マーク式解答欄 **8**

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 10 | (2) 15 | (3) 20 | (4) 25 |
| (5) 100 | (6) 150 | (7) 200 | (8) 250 |

問9 (D)において、容器内の圧力は $2.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。このとき、容器の体積 [L] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、このときの容器内に存在する気体は理想気体として扱えるものとする。

マーク式解答欄 **9**

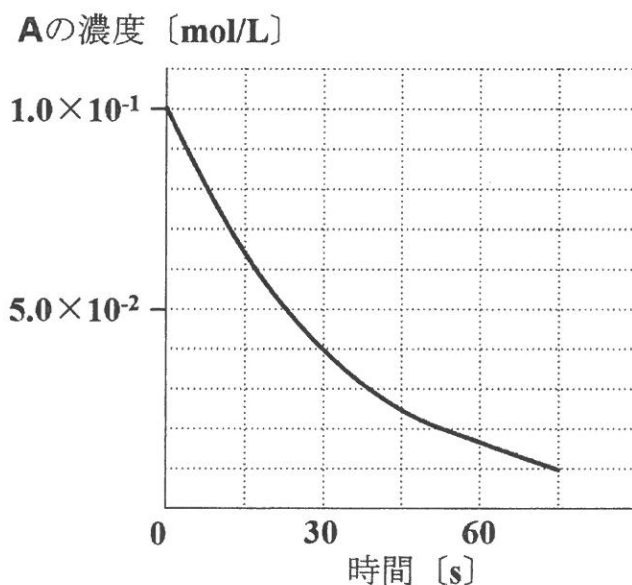
- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| (1) 10 | (2) 12 | (3) 14 | (4) 16 |
| (5) 18 | (6) 20 | (7) 22 | (8) 24 |

3

【実験1】および【実験2】の記述に関する次の問い（問10～問13）に答えよ。（27点）

【実験1】 化合物Aの分解反応は $2A \rightarrow 2B + C$ のように表される。温度が一定のとき、Aの分解速度 v_1 はその濃度 $[A]$ に比例し、その反応速度定数を k_1 とすると、 $v_1 = k_1[A]$ で表される。

ある温度 $T^\circ\text{C}$ において、Aの濃度を経時的に測定したところ、下図の結果が得られた。Aの初濃度が $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ であったときは、30秒後のAの濃度は $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ であった。



問10 【実験1】のグラフに示す反応で、反応開始30秒から45秒までのCの平均生成速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 10

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 1.6×10^{-4} | (2) 2.5×10^{-4} | (3) 3.3×10^{-4} |
| (4) 5.0×10^{-4} | (5) 7.5×10^{-4} | (6) 1.0×10^{-3} |
| (7) 1.5×10^{-3} | (8) 2.0×10^{-3} | (9) 4.0×10^{-3} |

問11 【実験1】のグラフに示す反応における反応速度定数 k_1 [s] はいくらか。
次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 11

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 1.0×10^{-2} | (2) 3.0×10^{-2} | (3) 5.0×10^{-2} |
| (4) 7.0×10^{-2} | (5) 1.0×10^{-3} | (6) 3.0×10^{-3} |
| (7) 5.0×10^{-3} | (8) 7.0×10^{-3} | (9) 1.0×10^{-4} |
| (10) 3.0×10^{-4} | | |

『余 白』

【実験2】 $dD + eE \rightarrow fF$ (d, e, f は係数) で表される反応がある。化合物 D, E の初濃度を変えて、反応初期の F の生成速度 v_2 を求めたところ、下表の結果が得られた。

	1 回目	2 回目	3 回目
D の初濃度 $[\text{mol/L}]$	1.0	1.0	2.0
E の初濃度 $[\text{mol/L}]$	1.0	2.0	1.0
F の生成速度 v_2 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$	1.0	2.0	4.0

問12 【実験2】の結果から、反応速度定数を k_2 として、この反応の反応速度式を検討した。適切なものはどれか。

マーク式解答欄 12

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| (1) $v_2 = k_2[D] + k_2[E]$ | (2) $v_2 = dk_2[D] + ek_2[E]$ |
| (3) $v_2 = k_2[D]^2 + k_2[E]$ | (4) $v_2 = dk_2[D]^2 + ek_2[E]$ |
| (5) $v_2 = k_2[D][E]$ | (6) $v_2 = dek_2[D][E]$ |
| (7) $v_2 = k_2[D]^2[E]$ | (8) $v_2 = k_2[D][E]^2$ |

問13 化学反応に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 13

- (a) 反応が吸熱反応ならば、反応温度を上げると反応速度は小さくなる。
 (b) 触媒を加えても反応速度定数は変化しない。
 (c) 触媒を加えた場合、触媒は反応が進むとともに減少する。
 (d) 固体が反応するときには、表面積が大きいほど反応速度は大きくなる。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

下書き用紙

4

ハロゲンに関する次の問い（問14～問17）に答えよ。（28点）

問14 ハロゲンの原子，イオンおよび単体に関する次の記述のうち，正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 14

- (a) ハロゲンの原子は，価電子を7個もつ。
- (b) 塩化物イオン Cl^- とアルゴン Ar は同じ電子配置である。
- (c) 常温，常圧では，フッ素，塩素，臭素の単体は気体である。
- (d) フッ素の単体は水と反応すると，水素が発生する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問15 ハロゲンの化合物に関する次の記述のうち，正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

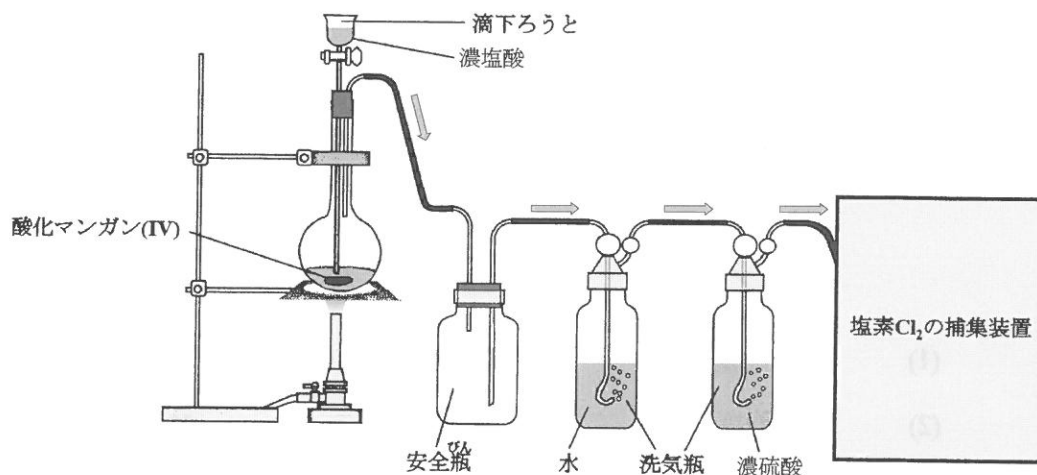
マーク式解答欄 15

- (a) ハロゲン化水素 HF ， HCl ， HBr ， HI の水溶液のうち，フッ化水素 HF 水溶液のみが弱酸で，それ以外はすべて強酸である。
- (b) フッ化水素 HF 水溶液は，ガラスの主成分である二酸化ケイ素 SiO_2 を溶かす性質がある。
- (c) 塩化銀 AgCl は水に溶けやすく，淡黄色の溶液となる。
- (d) さらし粉の主成分は，次亜塩素酸ナトリウム NaClO である。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問16 塩素 Cl_2 を実験室で作るには、下図の実験装置を用いる。この実験に関する記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 16



- (a) この反応では、 2 mol の塩化水素 HCl から 1 mol の塩素 Cl_2 が発生する。
- (b) 酸化マンガン(IV) MnO_2 は、酸化剤として用いられる。
- (c) 水の入った洗气瓶は、塩化水素 HCl を除くために用いられる。
- (d) 塩素 Cl_2 は、下方置換により捕集する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問17 塩素 Cl_2 の工業的製法に関する次の記述について、[ア]と[イ]に入る語句または反応式の正しい組み合わせはどれか。

塩素 Cl_2 は、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造される。陰極に鉄 Fe 、陽極に黒鉛 C を用い、両極間を陽イオン交換膜で仕切って電気分解を行うことで、塩素 Cl_2 は [ア] で発生する。また、もう一方の電極では [イ] の反応式で表される反応が起こる。

マーク式解答欄 17

[ア]

[イ]

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 陽極 | $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$ |
| (2) | 陰極 | $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$ |
| (3) | 陽極 | $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| (4) | 陰極 | $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| (5) | 陽極 | $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$ |
| (6) | 陰極 | $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$ |
| (7) | 陽極 | $4\text{OH}^- \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ |
| (8) | 陰極 | $4\text{OH}^- \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ |

下書き用紙

5

次の問い（問18～問22）に答えよ。

(34点)

問18 炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 22.2 mg を完全に燃焼したところ、二酸化炭素が 52.8 mg、水が 27.0 mg 生成した。この化合物の組成式（実験式）として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 18

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| (1) CH_2O | (2) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$ | (3) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ |
| (4) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ | (5) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ | (6) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ |
| (7) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ | (8) $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2$ | |

問19 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 19

- (a) 炭素数が4以下のアルカンは、常温、常圧ですべて気体である。
 (b) メタンと塩素の混合物に光（紫外線）をあてると、置換反応が進行する。
 (c) グリセリン（1,2,3-プロパントリオール）は、水に可溶である。
 (d) 一般に、エーテルは単体のナトリウムと反応する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問20 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 20

- (a) プロペン（プロピレン）に塩素を付加させた生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。
- (b) アセチレン1分子に塩化水素1分子を付加させた生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。
- (c) シクロヘキセンに塩素を付加させた生成物には、不斉炭素原子が2個存在する。
- (d) シクロヘキセンに塩化水素を付加させた生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問21 次の記述のうち、二酸化炭素を発生して反応が進行するもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 21

- (a) 炭酸水素ナトリウム水溶液に安息香酸を加える。
- (b) マレイン酸を160℃に加熱する。
- (c) フェノールと無水酢酸を反応させる。
- (d) エタンを酸素の存在下で完全燃焼させる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問22 分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ をもつ化合物の構造異性体に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。ただし、立体異性体は考慮しないものとする。

マーク式解答欄 22

- (a) 構造異性体は、全部で5種類ある。
- (b) 環状構造をもつ化合物は、3種類ある。
- (c) 不斉炭素原子をもつ化合物は、1種類ある。
- (d) カルボニル基をもつ化合物は、2種類ある。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『以 上』