

必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, He = 4.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Ar = 40.0

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

特にことわりのない限り、気体はすべて理想気体とする。

標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) における理想気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1

I 以下の原子量に関する説明文をよみ、設問1～3に答えよ。なお、文中の [ア] ～ [カ] には、それぞれ「元素」または「原子」のどちらかが入る。

原子核の中の (1) の数と (2) の数の和を質量数という。「質量数 12 の炭素原子 ^{12}C 1 個の質量を 12 とする」という基準により求めた原子の質量は、(3) とい
い、[ア] の質量数にほぼ等しい。同じ [イ] でも、原子核に含まれる (2) の数が
違う [ウ] が存在するものもある。これらの [エ] を互いに (4) という。[オ] を
構成する各 (4) の (3) と存在比から求めた平均値を [カ] の原子量という。
例えば、(5) が 17 である塩素には、 ^{35}Cl および ^{37}Cl という二つの (4) が存在し
ており、それらの (3) はそれぞれ 34.97 および 36.97 である。 ^{35}Cl の存在比は、
【 A 】% であることから、塩素の原子量は 35.45 となる。

問1 (1) ～ (5) に当てはまる最も適切な語句を、下の①～⑩のうちから一つずつ
選び、解答欄 [1] ～ [5] にそれぞれマークせよ。ただし、同じ語句 (番号) を繰り返し
選択してもよいものとする。

- ① 陽子 ② 中性子 ③ 電子 ④ 同位体 ⑤ 同素体
⑥ 異性体 ⑦ 分子量 ⑧ 平均質量 ⑨ 相対質量 ⑩ 原子番号

問2 [ア] ～ [カ] のうち「原子」を入れるのが適切な組み合わせを、下の①～⑧の
うちから一つ選び、解答欄 [6] にマークせよ。

- ① ア, イ, ウ, エ ② ア, ウ, エ ③ ア, ウ, エ, カ
④ ア, ウ, オ, カ ⑤ イ, オ, カ ⑥ イ, ウ, エ, オ
⑦ イ, ウ, エ, カ ⑧ ウ, エ, オ

問3 【 A 】 に当てはまる数値として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ
選び、解答欄 [7] にマークせよ。

- ① 18.3 ② 24.0 ③ 47.9 ④ 76.0 ⑤ 77.5

II 次の設問 1～6 に答えよ。

問1 身のまわりのものと、それにかかわりの深い元素の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選び、解答欄 [8] にマークせよ。

	うがい薬	飛行船	鉛筆	水道水
①	ヨウ素	窒素	ケイ素	塩素
②	フッ素	窒素	ケイ素	ヨウ素
③	ヨウ素	ヘリウム	炭素	塩素
④	フッ素	ヘリウム	炭素	ヨウ素
⑤	ヨウ素	ヘリウム	ケイ素	塩素
⑥	フッ素	窒素	炭素	ヨウ素
⑦	ヨウ素	ヘリウム	炭素	ヨウ素
⑧	フッ素	ヘリウム	ケイ素	塩素
⑨	ヨウ素	窒素	炭素	ヨウ素
⑩	フッ素	窒素	ケイ素	塩素

問2 次の記述のうち、化学反応が進行していないものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [9] にマークせよ。

- ① シャツについた果物のシミを、漂白剤で落とした。
- ② 使用した食器の油汚れを、合成洗剤で除去した。
- ③ 太陽光を利用して、蓄電池を充電した。
- ④ 密閉された使い捨てカイロを開封してよくもんだところ、温かくなった。
- ⑤ 神社の銅屋根に緑青が生じた。

問3 合金に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [10] にマークせよ。

- ① ニクロムは、ニッケルとクロムを含む合金であり、電気抵抗が大きいので電熱線に利用されている。
- ② ジュラルミンは、アルミニウムと銅を含む合金であり、軽くて強いので航空機などに使われている。
- ③ 黄銅（真ちゅう）は、銅と亜鉛の合金であり、加工しやすいので金管楽器などに使用されている。
- ④ ステンレス鋼は、鉄とクロムを含む合金であり、さびにくいので調理台や調理器具などに使われている。
- ⑤ 青銅（ブロンズ）は、銅とニッケルの合金であり、耐食性に優れているので硬貨などに使われている。

問4 水 100 g にグルコース ($C_6H_{12}O_6$) 25.0 g を溶解した。このグルコース水溶液の 25 °C における密度を 1.12 g/cm^3 として、次の(a)および(b)に答えよ。

(a) このグルコース水溶液の 25 °C における質量パーセント濃度は何 %か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [11] にマークせよ。

- ① 20.0 ② 21.4 ③ 22.4 ④ 25.0 ⑤ 28.0

(b) このグルコース水溶液の 25 °C におけるモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [12] にマークせよ。

- ① 0.992 ② 1.11 ③ 1.24 ④ 1.39 ⑤ 1.56

問5 原子とイオンの電子配置に関する記述として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [13] にマークせよ。

- ① 窒素は、L殻に7個の電子をもつ。
- ② フッ素は、M殻に7個の電子をもつ。
- ③ マグネシウムは、2価の陽イオンになるとネオンと同じ電子配置になる。
- ④ カリウムは、1価の陽イオンになると電子の総数が8個となる。
- ⑤ 貴ガス（希ガス）原子の最外殻電子の数はすべて8である。

問6 標準状態で1.12Lの気体の質量が2.0gだった。この気体は何か。下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [14] にマークせよ。

- ① H₂ ② He ③ O₂ ④ Ar ⑤ CO₂ ⑥ SO₂

I 次の設問 1～6 に答えよ。

問 1 典型元素に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [15] にマークせよ。

- ① 単体は、常温で気体または固体である。
- ② 同族元素の価電子数は等しくない。
- ③ すべて金属元素である。
- ④ 一般に、貴ガス (希ガス) を除いて、周期表の右上の元素ほど電気陰性度が大きい。

問 2 遷移元素に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [16] にマークせよ。

- ① 周期表の 3 族から 11 族に属する元素はすべて遷移元素である。
- ② 第 4 周期の遷移元素には、金属元素と非金属元素の両方がある。
- ③ 同じ元素でも複数の酸化数を示すものがある。
- ④ 水溶液中でイオンが有色のものもある。

問 3 アルカリ金属に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [17] にマークせよ。

- ① 周期表の 1 族に属する元素は、すべてアルカリ金属である。
- ② 周期表の下の元素ほど単体の融点が低くなる。
- ③ 1 価の陽イオンになりやすい傾向があり、単体は強い還元剤としてはたらく。
- ④ 酸化物は、塩基性酸化物であり、水との反応によって水酸化物になる。

問 4 酸と塩基に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、
解答欄 [18] にマークせよ。

- ① 酸とは、水素イオン H^+ を受け取る物質である。
- ② 酸と塩基の中和反応によって生じた塩は、酸の陽イオンと塩基の陰イオンとから生成したものである。
- ③ 中和点は、酸と塩基が過不足なく反応して、pH が 7 (中性) となるところである。
- ④ 一般に、弱酸とその塩、または弱塩基とその塩の混合水溶液は緩衝作用を示す。

問5 酸化と還元に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [19] にマークせよ。

- ① 電子のやりとりに着目して酸化・還元を定義すると、酸化とは物質が電子を得る変化であり、還元とは物質が電子を失う変化である。
- ② 酸化剤は、自身が還元されて、相手の物質を酸化する物質である。
- ③ 反応の前後で、酸化数が増加した原子は還元されたといい、酸化数が減少した原子は酸化されたという。
- ④ 過酸化水素は、常に酸化剤としてはたらく。

問6 無機物質の工業的製法に関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [20] にマークせよ。

- ① アンモニアは、酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 を主成分とする触媒を用いて、空気と水素とを常温・常圧で反応させるハーバー・ボッシュ法によって製造される。
- ② 硝酸は、窒素と酸素との反応から一酸化窒素を生成し、これを酸化して得られた二酸化窒素を用いるオストワルト法によって製造される。
- ③ 硫酸は、酸化バナジウム(V) V_2O_5 を触媒として、二酸化硫黄を空気中の酸素と反応させて得られた三酸化硫黄を用いて製造される。
- ④ 炭酸ナトリウムは、水酸化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させ、二酸化炭素を吹き込むことによって製造される。

II 以下の中和滴定に関する文章をよみ、設問 1～5 に答えよ。

食酢に含まれる酢酸の濃度を中和滴定により決定する実験を、以下の(i)～(v)の順番で行った。

- (i) 食酢 10.00 mL を蒸留水で希釈して、正確に 100 mL とした。
- (ii) 水酸化ナトリウムは_(a)正確にはかりとることが困難であるため、約 0.4 g を蒸留水に溶解させて、正確に 100 mL とした。
- (iii) シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を用いて、濃度 0.0500 mol/L の水溶液を 100 mL 調製した。
- (iv) (iii)により調製したシュウ酸水溶液 10.00 mL をコニカルビーカーに入れて、pH 指示薬を数滴加えた。次に、(ii)により調製した水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。その結果、10.10 mL 滴下したところで溶液の色が変化したため、ここを中和点とした。
- (v) (i)により調製した食酢水溶液 10.00 mL をコニカルビーカーに入れて、_(b)pH 指示薬を数滴加えた。次に、(ii)により調製した水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。その結果、5.01 mL 滴下したところで_(c)溶液の色が変化したため、ここを中和点とした。

なお、中和滴定で用いた反応は以下のとおりである。

シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和反応



酢酸と水酸化ナトリウムの中和反応



問1 下線(a)の原因として最も適切な現象はどれか。下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [21] にマークせよ。

- ① 昇華 ② 風解 ③ 腐食 ④ 潮解

問2 下線(b)の pH 指示薬と下線(c)の色の变化の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [22] にマークせよ。

	pH 指示薬	色の变化
①	メチルオレンジ	黄色から赤色へ
②	メチルオレンジ	赤色から黄色へ
③	フェノールフタレイン	無色から赤色へ
④	フェノールフタレイン	赤色から無色へ

問3 (iii)で必要なシュウ酸二水和物の質量は何 g か。最も近い値を、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [23] にマークせよ。

- ① 0.315 ② 0.630 ③ 3.15 ④ 6.30

問4 (ii)で調製した水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄 [24] にマークせよ。

- ① 0.0495 ② 0.0990 ③ 0.495 ④ 0.990

問5 (i)で希釈される前の食酢に含まれる酢酸のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [25] にマークせよ。ただし、この食酢に含まれる酸はすべて酢酸とする。

- ① 0.0248 ② 0.0496 ③ 0.248 ④ 0.496
⑤ 2.48 ⑥ 4.96

I 以下の文章をよみ、設問1～3に答えよ。ただし、反応熱はすべて25℃、 1.013×10^5 Paにおける値とする。

一般に、物質の化学反応や状態変化には、熱の出入りが伴う。燃焼、生成、中和などの化学反応に伴い出入りする熱量の総和は一定で、反応の最初の状態と最後の状態だけで決まり、反応の経路には依存しない。これを(ア)の法則という。この法則を用いると、実際に測定することが難しい反応の反応熱を計算で求めることができる。

問1 文中の(ア)に当てはまる最も適切な語句を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄[26]にマークせよ。

- ① ヘンリー ② フック ③ ヘス ④ ボイル ⑤ ファントホッフ

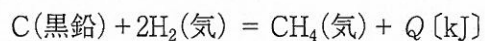
問2 熱の出入りに関する記述として下線部の記述が最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄[27]にマークせよ。

- ① 水の蒸発熱が44 kJ/molであるとすると、1 molの水蒸気は凝縮すると44 kJの熱を吸収する。
- ② Mgの燃焼熱が602 kJ/molであるとすると、MgOの生成熱は602 kJ/molである。
- ③ COの燃焼熱の値は正である。したがって、COの生成熱はCO₂の生成熱よりも大きい。
- ④ エタンの生成熱の値は正、エチレンの生成熱の値は負である。したがって、エチレンにH₂が付加してエタンが生成する反応は、吸熱反応である。
- ⑤ トランス-2-ブテンはシス-2-ブテンより生成熱が大きく、安定である。したがって、トランス-2-ブテンの燃焼熱は、シス-2-ブテンの燃焼熱よりも大きい。

問3 下の表にいくつかの物質の生成熱の値を示した。次の(a)および(b)に答えよ。

物質	状態	生成熱 [kJ/mol]
水 H ₂ O	液体	286
二酸化炭素 CO ₂	気体	394
メタン CH ₄	気体	75
プロパン C ₃ H ₈	気体	106

(a) 以下の熱化学方程式で表される Q は何 kJ か。最も近い値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [28] にマークせよ。



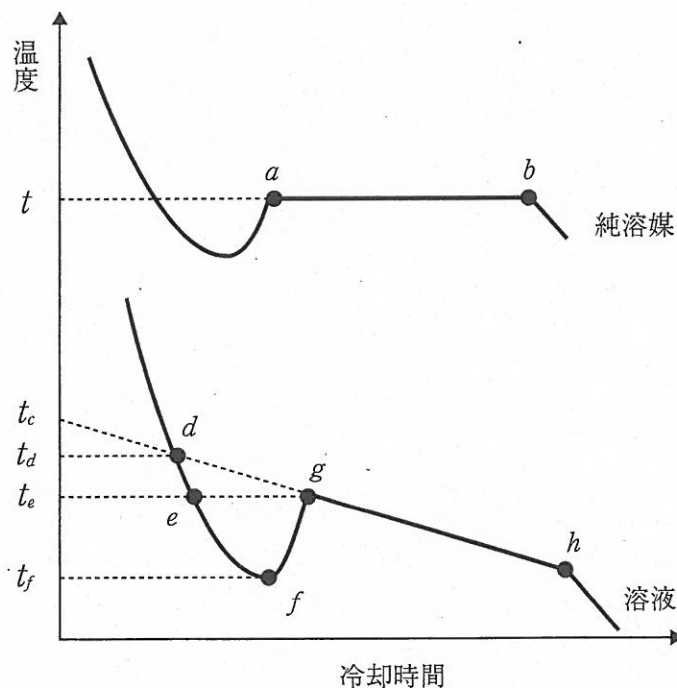
- ① -891 ② -150 ③ -75 ④ 75 ⑤ 150 ⑥ 891

(b) プロパンの燃焼熱は何 kJ/mol になるか。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [29] にマークせよ。ただし、生成する水は液体とする。

- ① 2220 ② 2326 ③ 2432 ④ 2612 ⑤ 3364

II 次の設問1および2に答えよ。

問1 ある純溶媒の冷却曲線と、この溶媒にある非電解質を溶かした溶液の冷却曲線は、下の図のように表される。次の(a)~(d)に答えよ。



純溶媒と溶液の冷却曲線 (模式図)

(a) 純溶媒を冷却していくと、凝固点 t 以下になってもすぐには凝固しない。この状態を何というか。最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [30] にマークせよ。

- ① 融解 ② 不動態 ③ 過冷却 ④ 凝縮 ⑤ 凝固点降下

(b) 溶液において結晶が析出し始める点は、図中のどの点か。最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [31] にマークせよ。

- ① d ② e ③ f ④ g ⑤ h

(c) 溶液の凝固点は、図中のどの温度か。最も適切なものを、下の①~④のうちから一つ選び、解答欄 [32] にマークせよ。

- ① t_c ② t_d ③ t_e ④ t_f

(d) 冷却曲線に関する次の(ア)～(ウ)の記述について、正誤の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄 [33] にマークせよ。

(ア) 冷却曲線の ab 間では、純溶媒の固体のみが存在している。

(イ) 冷却曲線の ab 間では、凝固によって放出される熱量は冷却によって奪われる熱量に等しい。

(ウ) 冷却曲線の点 g と点 h における溶液の濃度を比較すると、点 g のほうが高い。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	誤	正	正
⑤	誤	正	誤
⑥	誤	誤	正
⑦	正	誤	誤
⑧	誤	誤	誤

問2 以下の文章をよみ、次の(a)および(b)に答えよ。

不揮発性の非電解質 X (分子量 100) をベンゼンに溶かした溶液では、ある割合の非電解質 X が、二量体 (2分子の非電解質 X が結合したもの) を形成し、1個の分子のようにふるまうことがわかっている。

ベンゼン 100 g に非電解質 X 4.00 g を溶解させた溶液の凝固点を測定したところ、 $4.33\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。ただし、ベンゼンの凝固点は $5.53\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。また、非電解質 X はベンゼンに完全に溶解し、二量体形成以外の現象や他の反応は起こさないものとする。

(a) 溶液中の非電解質 X が二量体を形成しないものと仮定して凝固点を計算すると、何 $^{\circ}\text{C}$ となるか。最も近い値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [34] にマークせよ。

① 1.02 ② 1.20 ③ 2.05 ④ 3.48 ⑤ 4.51 ⑥ 5.12

(b) 溶液中で二量体を形成した非電解質 X の割合は何 % か。最も近い値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄 [35] にマークせよ。

① 23 ② 41 ③ 59 ④ 71 ⑤ 83 ⑥ 92

I 以下の文章をよみ、設問1～6に答えよ。

合成高分子化合物には、カプロラクタムの（ア）重合によって合成されるナイロン6のように、アミド結合で連結した化合物や、（イ）重合で得られるポリエチレンやポリ酢酸ビニルなどがある。

一方、タンパク質は天然高分子化合物の一つであり、多数の α -アミノ酸が（ウ）重合し、ペプチド結合によってある配列順序で連なった化合物である。この配列順序をタンパク質の（エ）構造という。

問1（ア）に当てはまる語句として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄[36]にマークせよ。

- ① 付加 ② 開環 ③ 縮合 ④ 共

問2（イ）に当てはまる語句として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄[37]にマークせよ。

- ① 付加 ② 開環 ③ 縮合 ④ 共

問3（ウ）に当てはまる語句として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選び、解答欄[38]にマークせよ。

- ① 付加 ② 開環 ③ 縮合 ④ 共

問4（エ）に当てはまる語句として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄[39]にマークせよ。

- ① 一次 ② 鎖状 ③ 高次 ④ 単位 ⑤ 架橋

問5 ポリ酢酸ビニルに含まれるすべてのエステル結合のうち、50%だけを加水分解した。得られた高分子の質量は、原料のポリ酢酸ビニルの質量に対して何%になるか。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [40] にマークせよ。

- ① 19 ② 38 ③ 53 ④ 76 ⑤ 92

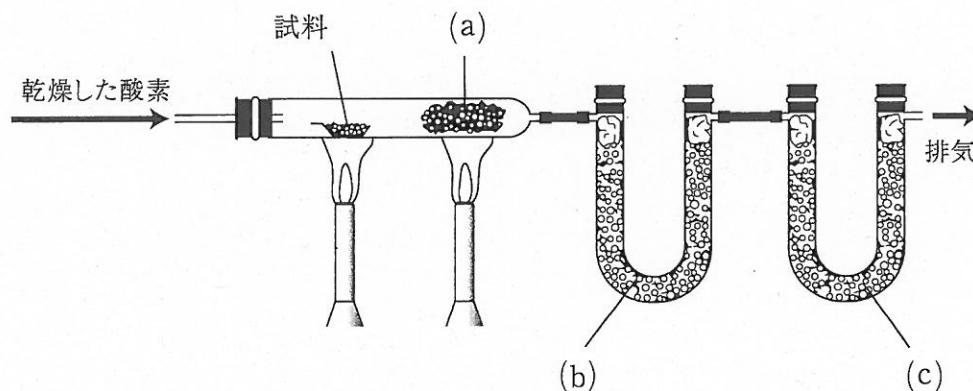
問6 グリシン（分子量 75）とアラニン（分子量 89）のみを、あわせて20個鎖状に連結したポリペプチド（分子量 1340）がある。このポリペプチド 1 mol を完全に加水分解して得られるグリシンの質量は何 g か。最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [41] にマークせよ。

- ① 225 ② 375 ③ 525 ④ 750 ⑤ 1050

II 以下の文章を読み，設問 1～5 に答えよ。

炭素，水素，酸素だけで構成され，ベンゼン環を一つだけもつ有機化合物 A について，図に示した装置を用いて元素分析を行った。さらに分子量を測定したところ，その分子式が $C_8H_{10}O$ で表されることがわかった。

化合物 A には多くの異性体が考えられ，それは次の三つに分類できる。ベンゼンの水素原子一つが別の基で置換された₍₁₎一置換体，ベンゼンの水素原子二つが別の基で置換された₍₂₎二置換体，ベンゼンの水素原子三つが別の基で置換された₍₃₎三置換体である。



元素分析の装置

問 1 図中の(a)～(c)に当てはまる物質の組み合わせとして最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選び，解答欄 [42] にマークせよ。

	(a)	(b)	(c)
①	塩化カルシウム	酸化銅(II)	ソーダ石灰
②	塩化カルシウム	ソーダ石灰	酸化銅(II)
③	ソーダ石灰	酸化銅(II)	塩化カルシウム
④	ソーダ石灰	塩化カルシウム	酸化銅(II)
⑤	酸化銅(II)	ソーダ石灰	塩化カルシウム
⑥	酸化銅(II)	塩化カルシウム	ソーダ石灰

問2 下線部(1)に示した一置換体のうち、ナトリウムと反応しないものはいくつあるか。

下の①～⑩から一つ選び、解答欄 [43] にマークせよ。ただし、一对の鏡像異性体（光学異性体）は一つと数える。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問3 下線部(2)に示した二置換体のうち、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色反応を示すものはいくつあるか。下の①～⑩から一つ選び、解答欄 [44] にマークせよ。ただし、一对の鏡像異性体（光学異性体）は一つと数える。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問4 下線部(3)に示した三置換体はいくつあるか。下の①～⑩から一つ選び、解答欄 [45]

にマークせよ。ただし、一对の鏡像異性体（光学異性体）は一つと数える。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問5 化合物Aのすべての異性体のうち、不斉炭素原子をもつものはいくつあるか。下の

①～⑩から一つ選び、解答欄 [46] にマークせよ。ただし、一对の鏡像異性体（光学異性体）は一つと数える。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0