

化 学

試験時間；12:30～14:10（100分）

配 点；200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」1～25ページ
（2）「解答用紙」2枚
3. 「問題冊子」中、表紙裏と15ページ、18ページ、19ページは下書き用紙です。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、1～14ページ、16～17ページ、20～25ページに印刷してあります。
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・乱丁および「解答用紙」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」について
☆ 「解答用紙（その1）」、「解答用紙（その2）」の氏名欄には各自の氏名を楷書で記入し、受験番号記入欄には各自の5ケタの受験番号（90001，90002，90003，…）を記入しなさい。
「解答用紙（その1）」

1	～	4
---	---	---

 の解答用紙です。
「解答用紙（その2）」

5	～	8
---	---	---

 の解答用紙です。
7. 試験終了の合図と同時に、裏返しの状態の下から「問題冊子」、「解答用紙（その1）」、「解答用紙（その2）」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。

2023（一般選抜前期）

下書き用紙

解答はすべて「解答用紙」の指定された箇所に記入せよ。

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,**

Ca = 40, Cl = 35.5, Cu = 64, Ag = 108

アボガドロ定数： **$6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$**

ファラデー定数： **$9.65 \times 10^4 \text{ C} / \text{mol}$**

セルシウス温度目盛りのゼロ点 **0 °C : 273 K**

標準状態での理想気体のモル体積：**22.4 L / mol**

『余 白』

1

問1 次の(1)～(7)の問いについて、正しいものを1つ選び、番号で答えよ。(21点)

(1) 質量パーセント濃度 16%の水酸化ナトリウム水溶液(密度 1.15 g/cm³)のモル濃度[mol/L]はいくらか。最も近い値を選べ。

- ① 1.2 ② 2.3 ③ 3.6
④ 4.6 ⑤ 5.2 ⑥ 6.0

(2) 次の水溶液のうち、25°CにおけるpHが最も大きいものはどれか。

- ① 1 mol/L 炭酸ナトリウム水溶液
② 1 mol/L 炭酸水素ナトリウム水溶液
③ 1 mol/L 塩化アンモニウム水溶液
④ 1 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液
⑤ 1 mol/L 塩酸
⑥ pH 6 の塩酸を水で 1000 倍に薄めた水溶液

『余 白』

(3) 次の原子の構造と元素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。

- (a) ${}^2_1\text{H}$ は重水素とよばれ、原子核に中性子を 2 個含む。
- (b) 原子番号 15 の P の価電子の数は 5 個である。
- (c) 貴ガス (希ガス) の電子殻は閉殻で、最外殻電子の数はすべての貴ガスで 8 個である。
- (d) ${}^{14}_6\text{C}$ は放射性同位体であり、 ${}^{14}_6\text{C}$ の残存割合から遺跡などの年代を知ることができる。

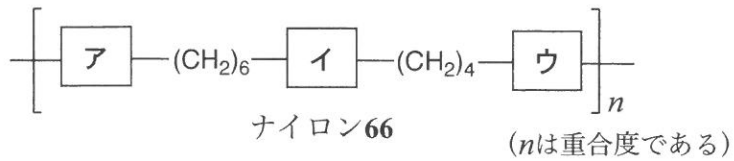
- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| ① [(a), (b)] | ② [(a), (c)] | ③ [(a), (d)] |
| ④ [(b), (c)] | ⑤ [(b), (d)] | ⑥ [(c), (d)] |

(4) 次の化合物のうち、無極性分子はどれか。

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① 水 | ② アンモニア | ③ 酢酸 |
| ④ 塩化水素 | ⑤ 四塩化炭素 | ⑥ メタノール |

『余 白』

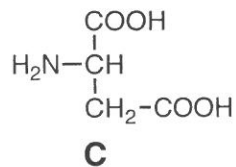
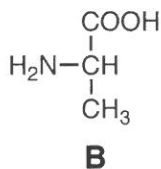
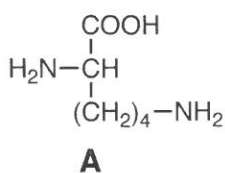
- (5) ナイロン 66 は、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸から合成される。下記に示したナイロン 66 の構造式の [ア] ~ [ウ] に入る官能基の正しい組み合わせはどれか。



	ア	イ	ウ
①	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$
②	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$
④	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$
⑥	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \end{array}$

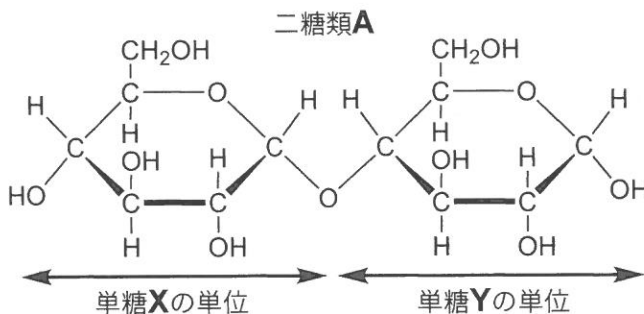
『余 白』

(6) 陽イオン交換樹脂を詰めた円筒に pH 2.5 の緩衝液を十分流した後、下記の A~C のアミノ酸の混合水溶液 (pH 2.5) を通した。その後、pH を約 1 ずつ順次上げた緩衝液を流していったとき、アミノ酸の溶出する順序として正しいものはどれか。



- ① A → B → C ② A → C → B ③ B → A → C
 ④ B → C → A ⑤ C → A → B ⑥ C → B → A

(7) 下記の二糖類 A を構成している単糖 X と Y の正しい組み合わせはどれか。



- | | X | Y |
|---|--------|--------|
| ① | グルコース | グルコース |
| ② | グルコース | ガラクトース |
| ③ | ガラクトース | グルコース |
| ④ | ガラクトース | ガラクトース |
| ⑤ | グルコース | フルクトース |
| ⑥ | フルクトース | グルコース |

2

次の記述を読んで、問い（問2～問7）に答えよ。

(22点)

亜鉛 **Zn** は、周期表では遷移元素との境界となる [ア] 族に位置し、遷移元素とよく似た性質を示す。原子は **2** 個の価電子をもち、**2** 価の陽イオンになりやすい。

単体の亜鉛は、青白色の光沢をもち、融点は比較的低い。(i) 亜鉛は両性元素であり、(ii) 酸とも塩基とも反応して水素を発生する。また、(iii) 亜鉛イオン Zn^{2+} を含む水溶液に、少量のアンモニア水を添加すると沈殿を生じるが、過剰に加えることで生じた沈殿が溶解し、[イ] 色の水溶液になる。これは、(iv) Zn^{2+} にアンモニア分子が配位結合し、錯イオンが生成するためである。

また、鉄板の表面に亜鉛をめっきしたものをトタンという。(v) トタンは、表面に傷がついて鉄が露出しても、鉄板よりも腐食されにくいため、屋根材などの用途に使用されている。

問2 文中の [ア] に適切な数値を記入し、[イ] には適切な色を下から選んで記入せよ。

[無, 白, 黄, 褐, 暗赤, 濃青, 青紫, 黒]

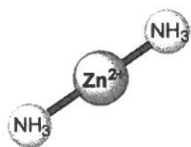
問3 下線部(i)について、アルミニウム **Al** も両性元素で、亜鉛 **Zn** と似た性質をもつ。金属イオンとして Zn^{2+} と Al^{3+} のみを含む混合水溶液から、金属イオンとして Al^{3+} のみを取り除くにはどのようにすればよいか。簡潔に答えよ。

問4 下線部(ii)について、亜鉛と水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で記せ。

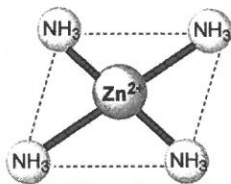
問5 下線部(iii)の反応において、沈殿する物質の化学式を記せ。

問6 下線部(iv)について、生成する錯イオンの形として適切なものを下記のA~Dから選び、記号で答えよ。

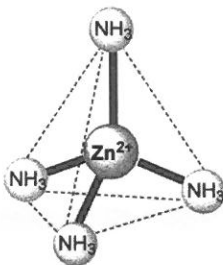
A 直線形



B 正方形



C 正四面体形



D 正八面体形



問7 下線部(v)について、トタンの鉄が鉄板よりも腐食されにくい理由を簡潔に答えよ。

『余 白』

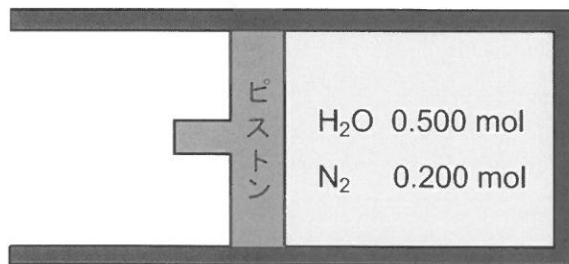
3

次の記述を読んで、問い（問8～問13）に答えよ。

(27点)

液体中の分子の一部は、周囲の分子との間にはたらく引力に打ち勝って、液体の表面から空間に飛び出し、気体となる。このような現象を〔ア〕という。一方、蒸気中の分子の一部は、液体に飛び込み、再び液体にもどる。この現象が〔イ〕である。一定温度に保った密閉容器に液体を入れて放置すると、やがて単位時間に〔ア〕する分子の数と〔イ〕する分子の数が等しくなる。このような状態を〔ウ〕とよぶ。〔ウ〕にあるときの蒸気の圧力を飽和蒸気圧とよぶ。温度が上昇すると、飽和蒸気圧も増大し、飽和蒸気圧が大気圧と等しくなったとき、沸騰が起こる。このときの温度を沸点という。

抵抗なく動くことができるピストンを備えた下図に示すような容器がある。この容器は温度を調節することや、ピストンを移動させることにより、容器内の体積を調節することが可能である。この容器を用いて、以下の実験を行った。



- 実験1 容器内に水 H_2O 0.500 mol と窒素 N_2 0.200 mol を入れ、大気圧下、ピストンが自由に移動できる状態で、容器全体を 27°C に保ち、〔ウ〕の状態になるまで放置した。
- 実験2 実験1の状態、体積が変化しないようにピストンの位置を固定し、容器の温度を 127°C とし、〔ウ〕の状態になるまで放置した。

窒素および水蒸気は理想気体としてふるまい、容器内の水の体積および水への窒素分子の溶解、ピストンおよび容器自体の熱による変形は無視できるものとする。また、気体定数を $8.30 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とし、 27°C

と $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ における飽和水蒸気圧をそれぞれ $4.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ と $2.50 \times 10^5 \text{ Pa}$, 大気圧を $1.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。

問 8 文中の [ア] ~ [ウ] に適切な語句を記入せよ。

問 9 飽和蒸気圧と沸点に関する次の記述のうち、正しいものに○印を、間違っているものに×印を記入せよ。

- (a) 富士山頂 (気圧 $6.3 \times 10^4 \text{ Pa}$, 気温 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) における飽和水蒸気圧は、地上 (大気圧, 気温 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) における飽和水蒸気圧と比べて低い。
- (b) 純水 100 g にグルコース 1.0 g を溶かした溶液①と、純水 100 g にマルトース 2.0 g を溶かした溶液②では、沸点は溶液②の方が高い。
- (c) 純水 100 g に NaCl 2.0 g を溶かした溶液③と、純水 100 g に CaCl_2 1.0 g を溶かした溶液④では、沸点は溶液④の方が高い。ただし、 NaCl および CaCl_2 の電離度をいずれも 1.0 とする。

問 10 実験 1 の状態における容器内の気体の体積 [L] はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

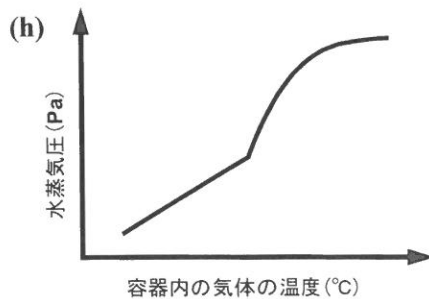
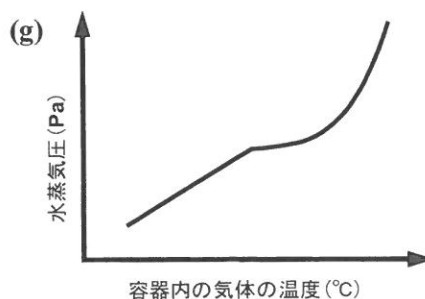
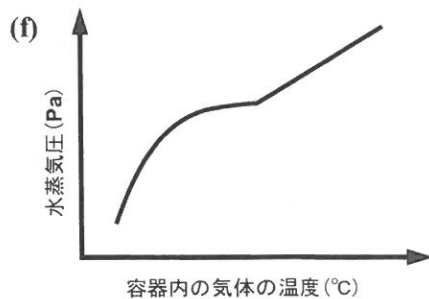
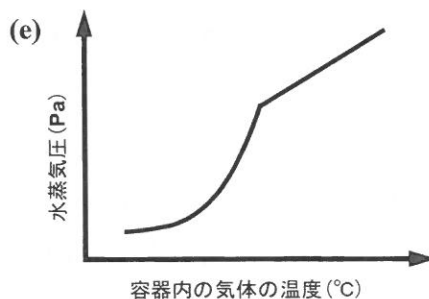
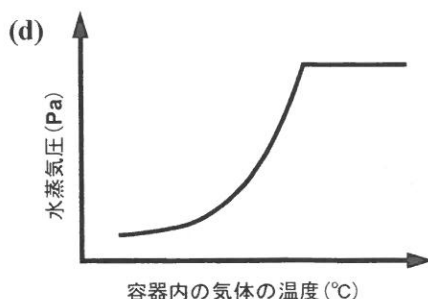
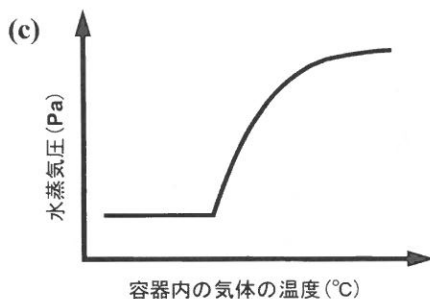
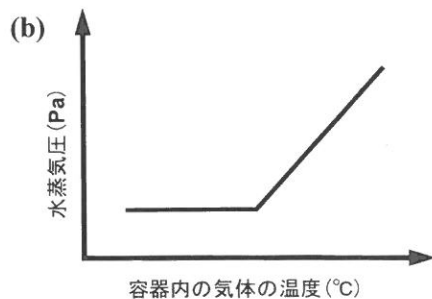
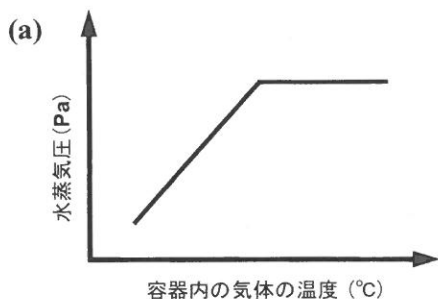
『余 白』

問 1 1 実験 2 における容器内の気体を示す圧力 [Pa] はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 1 2 実験 1 の状態から、温度を $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保ちながら、大気圧に逆らって、少しずつピストンを動かして容器の体積を増大させると、液体の水がすべて水蒸気に変化する。液体の水がすべて水蒸気に変化した直後の容器の体積 [L] はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

『余 白』

問13 実験1の状態から、容器の体積が変化しないようにピストンの位置を固定し、少しずつ容器の温度を上げていった。このときの容器内の気体の温度と水蒸気圧との関係を示すグラフとして、最も適切なものはどれか。下記の (a) ~ (h) から選び、記号で答えよ。



4

次の記述を読んで、問い（問14～問19）に答えよ。

（25点）

水酸化ナトリウムの固体は、(i) 空気中で水分を吸収して溶けるため、必要な質量の水酸化ナトリウムを正確に量りとることは困難である。そこで、正確な濃度の水酸化ナトリウム水溶液を調製するために、まず、目的の濃度よりも高い濃度の水酸化ナトリウム水溶液を調製し、その濃度を中和滴定で正確に求める。その後、目的の濃度となるように、濃度を求めた水酸化ナトリウム水溶液を純水で正確に希釈することにより調製する。

0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を調製するために、次に示す操作を行った。

操作1 純水 **200 mL** に、約 **3.5 g** の水酸化ナトリウムを加えて完全に溶解し、水酸化ナトリウム水溶液 **A** を調製した。

操作2 純粋なシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の固体 (a) **g** を正確に量りとり、水に溶かしてその全量を器具 [①] に移した。これを純水で体積を正確に **100 mL** とし、**0.200 mol/L** シュウ酸水溶液を調製した。

操作3 器具 [②] を用いて、**0.200 mol/L** シュウ酸水溶液 **10.0 mL** を正確に量りとり、コニカルビーカーに入れた。これに指示薬を加え、器具 [③] を用いて、水酸化ナトリウム水溶液 **A** を滴下したところ、中和点に到達するまでに、**10.4 mL** が必要であった。

操作4 操作3の中和滴定の結果にもとづいて、(b) **mL** の水酸化ナトリウム水溶液 **A** を純水で正確に **100 mL** に希釈し、**0.100 mol/L** 水酸化ナトリウム水溶液 **B** を調製した。

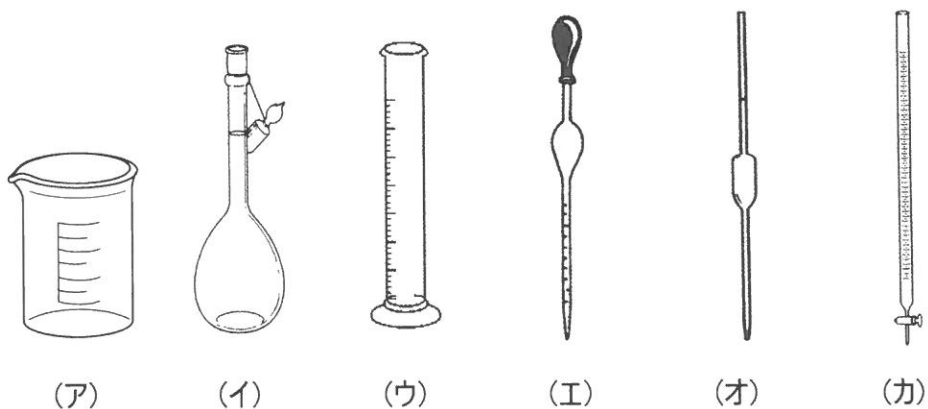
『余 白』

問14 下線部(i)の性質を表す現象を答えよ。

問15 操作2の (a) に入る適切な数値はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問16 操作3の中和滴定で使用する適切なpH指示薬の名称を答えよ。

問17 操作2および3で使用する適切な器具〔①〕～〔③〕を、下記の(ア)～(カ)から選び、記号とその名称を答えよ。



『余 白』

問 18 水酸化ナトリウム水溶液 **A** のモル濃度 [mol/L] はいくらか。有効数字 **3** 桁で答えよ。

問 19 操作 4 の に入る適切な数値はいくらか。有効数字 **3** 桁で答えよ。

『余 白』

下書き用紙

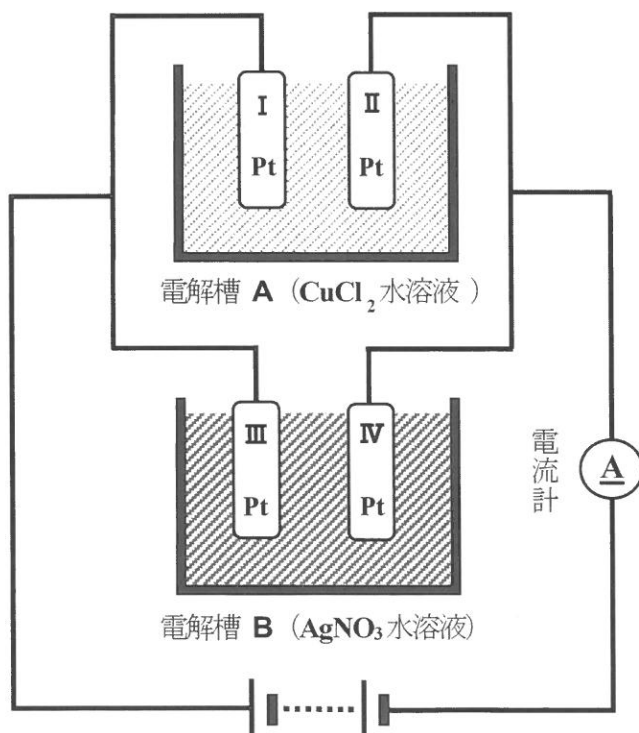
5

次の記述を読んで、問い（問20～問24）に答えよ。

(26点)

下図のように、電解槽 A と電解槽 B（電極 I～IV はいずれも白金）を並列につなぎ、電解液として、A には塩化銅(II)水溶液を、B には硝酸銀水溶液をそれぞれ十分な量入れた。この装置では、外部電源（電池）で直流の電流を流すと、電池の [ア] 極につながった陽極 I と III では [イ] 反応が起こり、[ウ] 極につながった陰極 II と IV では [エ] 反応が起こる。

この装置を用いて、電流を 30.0 分間流して電気分解を行ったところ、陽極 I から標準状態で 448 mL の気体が発生し、陰極 IV の質量が 2.16 g 増加した。ただし、電気分解は 25 °C で行い、流れた電流はすべて電気分解に使用されたものとする。また、発生する気体は、水に溶解せず、副反応を起こさず、理想気体としてふるまうものとする。なお、2 つの電解槽を並列につなぐ回路においては、電源から供給された総電気量 Q は、電解槽 A と B を流れた電気量 Q_A と Q_B の和に等しい ($Q = Q_A + Q_B$)。



問20 文中の〔ア〕～〔エ〕に適切な語句を記入せよ。

問21 陽極Ⅰおよび陽極Ⅲで起こる反応を、それぞれ電子 e^- を用いたイオン反応式で示せ。

問22 陽極Ⅲで発生した気体の体積〔mL〕は標準状態でいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問23 電解槽 A を流れた電気量〔C〕はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問24 電気分解中に回路の電流計が示す値の平均値〔A〕はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

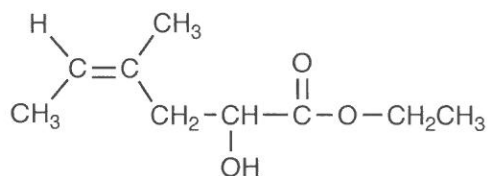
『余 白』

下書き用紙

下書き用紙

6

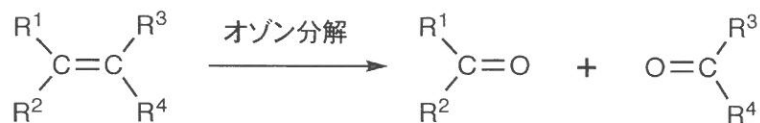
次の記述を読んで、問い（問25～問29）に答えよ。ただし、構造式を書く場合は、下記の例にならって書け。（25点）



構造式の例

1. 化合物 **A**, **B**, **C** は、いずれも分子式が C_5H_{10} で表される異なるアルケンである。
2. シス-トランス異性体が存在する **A** をオゾン分解したところ、化合物 **D** と **E** が生成した。
3. **B** をオゾン分解したところ、アセトンと **D** が生成した。
4. **C** をオゾン分解したところ、化合物 **F** とケトン **G** が生成した。
5. **B** に触媒を用いて水を付加させたところ、不斉炭素原子をもたない化合物 **H** が主に生成した。

なお、オゾン分解とは、アルケンを低温でオゾンと反応させた後、亜鉛などの還元剤で処理すると、 $\text{C}=\text{C}$ 結合が切断されて、ケトンあるいはアルデヒドが生成する反応で、下記のような一般式で表すことができる。



($\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は、アルキル基または水素原子を表す)

『余 白』

問25 アルケン **A** のトランス異性体の構造式，および化合物 **G** と **H** の構造式を書け。

問26 化合物 **D**～**H** のうち，ヨードホルム反応を示す化合物をすべて選び，記号で答えよ。

問27 化合物 **D**～**H** のうち，銀鏡反応を示す化合物をすべて選び，記号で答えよ。

問28 化合物 **D**～**H** のうち，アセトンの構造異性体を1つ選び，記号で答えよ。

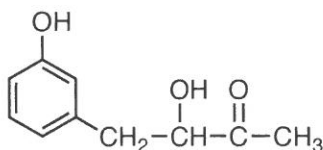
問29 化合物 **A**～**D**，および **G** と **H** に関する次の記述のうち，正しいものに○印を，間違っているものに×印を記入せよ。

- (a) **A**，**B**，**C** は，いずれも臭素水の色を脱色することができる。
- (b) アセチレンに水を付加させると，**D** が生成する。
- (c) 酢酸カルシウムを熱分解（乾留）すると，**G** が得られる。
- (d) **H** は，第三級アルコールである。

『余 白』

7

次の記述を読んで、問い（問30～問33）に答えよ。ただし、構造式を書く場合は、下記の例にならって書け。（22点）



構造式の例

1. 化合物 **A**～**G** は、いずれも分子量 **200** 以下で、ベンゼン環をもつ化合物である。
2. **A**～**C** は互いに構造異性体であり、元素分析を行ったところ、いずれも質量百分率で炭素 **77.8%**、水素 **7.4%**、酸素 **14.8%**であった。
3. **A** と **B** はいずれもナトリウムの単体と反応して水素を発生したが、**C** はナトリウムの単体とは反応しなかった。
4. **A**～**C** のうち、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて青～赤紫色に呈色したものは **B** のみであった。
5. **A** を酸化すると **D** が生成し、**D** とメタノールに少量の濃硫酸を加えて加熱すると、分子式 **C₈H₈O₂** で表される **E** が生成した。
6. **B** を酸化すると **F** が生成した。**F** に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、青～赤紫色に呈色した。
7. (i) **F** を無水酢酸と反応させると、分子式 **C₉H₈O₄** で表される **G** が生成した。

問30 化合物 **A**, **C**, **E** の構造式を書け。

『余 白』

問3 1 化合物 **D** の名称を書け。

問3 2 化合物 **A**～**G** のうち、炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生する化合物をすべて選び、記号で答えよ。

問3 3 化合物 **F** **23 g** を用いて下線部(i)の反応を行ったところ、**F** の **70%** が化合物 **G** に変換された。この反応で生成した **G** の質量 [g] はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

『余 白』

8

次の記述を読んで、問い（問34～問39）に答えよ。

(32点)

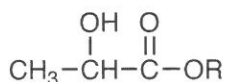
油脂は、グリセリン（1,2,3-プロパントリオール）と高級脂肪酸とのエステルであり、動植物の体内に広く存在している。油脂を構成する脂肪酸には、 $C=C$ 結合をもたない飽和脂肪酸と $C=C$ 結合をもつ不飽和脂肪酸がある。一般に、飽和脂肪酸の割合が（a）い油脂は、常温で固体のものが多い。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、けん化されて、グリセリンと高級脂肪酸のナトリウム塩（セッケン）が生じる。セッケンは、分子中に疎水基と親水基をあわせもつため、（b）活性剤としてはたらく。セッケンを一定濃度以上になるように水に溶かすと、（c）基部分を内側に向けて集まり、コロイド粒子をつくる。この粒子を（d）という。セッケン水に油を加えて振り混ぜると、油がセッケンの（d）の内部に取り込まれて、微粒子となって水中に分散する。この作用をセッケンの（e）作用という。

セッケンは、水溶液中では一部加水分解し、水溶液は（f）性を示す。セッケンを硬水中で使用すると、水に難溶性の塩をつくり、洗浄力が悪くなる。一方、(i) 高級1価アルコールを濃硫酸でエステル化した後、水酸化ナトリウムで中和して得られる合成洗剤は、硬水中で使用しても、不溶性の塩をつくりにくく、洗浄力を失わない。

問34 （a）～（f）に適切な語句を記入せよ。

問35 1種類の脂肪酸3分子から構成される油脂の一般式を、下記の例にならって書け。なお、脂肪酸の炭化水素基をRと表記せよ。



一般式の例（Rは炭化水素基）

問 3 6 下線部(i)の操作で、示性式 $C_{12}H_{25}OH$ で表される 1-ドデカノールから生成する合成洗剤の示性式を書け。

問 3 7 $C=C$ 結合数が 2 である 1 種類の不飽和脂肪酸 3 分子から構成される油脂 **X** 4.39 g に、0.500 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 50.0 mL を加えて加熱し、完全にけん化した。未反応の水酸化ナトリウムを 0.500 mol/L 塩酸で滴定したところ、中和点に到達するまでに 20.0 mL が必要であった。この油脂 **X** の分子量を整数で答えよ。

問 3 8 問 3 7 の油脂 **X** の分子式を書け。

問 3 9 問 3 7 の油脂 **X** 43.9 g に完全に水素 H_2 を付加して、飽和脂肪酸のみからなる油脂に変換した。このとき、必要な H_2 の標準状態における体積 [L] はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

『以 上』