

1. ～ 6. の各問に答えなさい。解答はマークシートの解答欄に該当する数字またはマイナス符号(－)をマークしなさい。また、指定された問題では解答用紙の所定の欄に解答を記入しなさい。必要があれば、原子量をH=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0とし、また、 $\log_{10}2=0.301$, $\log_{10}3=0.477$ として計算しなさい。計算の答は四捨五入して指定された桁まで求めなさい。

1. 以下の〔1〕～〔4〕の間に答えなさい。ただし、〔2〕は解答用紙に記入しなさい。

〔1〕以下のa～hそれぞれの記述にあてはまる金属を下記の選択肢からすべて選び、その番号をそれぞれ順にマークシート解答欄の〔1〕～〔8〕にマークしなさい。

- a. 単体は酸とも強塩基とも反応して水素を出す。
- b. 硫酸塩は水に不溶である。
- c. 硫化物に黒色のものがある。
- d. 金属の酸化数が+2の水酸化物の沈殿に濃アンモニア水を加えると溶けて無色になる。
- e. 金属の酸化数が+2の塩化物は還元作用があり、反応後その金属の酸化数は+4となる。
- f. 金属の酸化数が+6の酸化物は強い酸化力がある。
- g. アンモニアとの錯イオンは直線形である。
- h. 塩基性にしたタンパク質水溶液に少量の硫酸塩水溶液を加えると赤紫色になる。

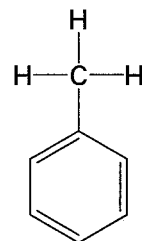
1. Al 2. Ag 3. Ba 4. Cr 5. Cu 6. Fe 7. Sn 8. Zn

〔2〕以下の文章について、〔ア〕, 〔イ〕には化学式を, 〔ウ〕, 〔エ〕には物質名を, 〔オ〕～〔ク〕には例にならって構造式を書きなさい。

塩素が水に溶けると一部が水と反応し, 〔ア〕と〔イ〕が生成する。〔ア〕のナトリウム塩の水溶液は漂白剤, 殺菌剤, 酸化剤として使われている。また, 〔イ〕の水溶液を〔ウ〕という。〔イ〕は塩化ナトリウムに濃〔エ〕を加え, 加熱することによっても得られる。

1分子のメタンと1分子の塩素を反応させると, 〔オ〕と〔イ〕が生成する。また, エチレンと塩素を反応させると, 〔カ〕が生成する。鉄の存在下で1分子のベンゼンに1分子の塩素を反応させると, 〔キ〕が生成する。一方, 光(紫外線)をあてながら1分子のベンゼンに3分子の塩素を反応させると, 〔ク〕が生成する。

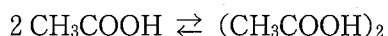
例



- [3] 0.1 mol/L 酢酸水溶液 50 mL に 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 30 mL を加えたときの溶液の pH は a . b c である。ただし、酢酸の電離定数を 1.8×10^{-5} mol/L とする。

a ~ c に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (9) ~ (11) にマークしなさい。

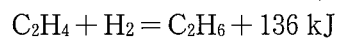
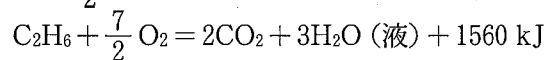
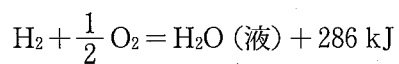
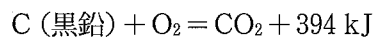
- [4] 酢酸の蒸気は、単量体 CH_3COOH と二量体 $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ が混ざって存在している。



27℃において、0.90 g の酢酸蒸気の圧力を 2.02 kPa としたときに、体積は 11.1 L である。酢酸蒸気が理想気体としてふるまうとすると、単量体の物質量は a . b $\times 10^{-\text{c}}$ mol, 二量体の物質量は d . e $\times 10^{-\text{f}}$ mol となる。これより単量体の分圧は g . h i kPa, 二量体の分圧は j . k l kPa であるから、このときの 27℃ における圧平衡定数 K_p は, m . n $\times 10^{-\text{o}}$ Pa⁻¹ となる。ただし、気体定数を 8.31 [L・kPa/(K・mol)] とする。

a ~ o に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (12) ~ (26) にマークしなさい。なお, a , d , m には 0 以外の数値をマークすること。

2. 次の熱化学方程式を用いて以下の〔1〕～〔4〕の間に答えなさい。



〔1〕 エタンの生成熱は a b kJ/molである。

〔2〕 エチレンの生成熱は c d e kJ/molである。

〔3〕 エチレンの燃焼熱は f g h i kJ/molである。

〔4〕 標準状態で 22.4 Lのエタンとエチレンの混合気体がある。これを完全に燃焼させたら、1470 kJの発熱があった。この混合気体を完全に燃焼させるには標準状態で少なくとも

j k . l Lの酸素が必要である。

a ～ l に適切な数値またはマイナス符号（－）をそれぞれ順にマークシート解答欄の (27) ～ (38) にマークしなさい。

3. ある濃度の塩化ナトリウム水溶液 100 mL を 25℃において、2 本の白金電極により 0.500 A の電流で16分 5 秒間電気分解し、その後、〔4〕のような実験を行った。

- 〔1〕 陽極に生成した気体の体積は標準状態で mL である。
- 〔2〕 陰極に捕集された気体は であり、その体積は標準状態で mL である。
- 〔3〕 電気分解後の溶液の pH は . である。
- 〔4〕 電気分解後の溶液 10.0 mL を取って、この溶液を中和した後、0.100 mol/L 硝酸銀水溶液によって塩化物イオンの沈殿滴定を行ったところ、10.0 mL 消費した。電気分解前の塩化ナトリウム水溶液の濃度は . mol/L である。なお、沈澱滴定とは、下記のような AgCl の沈殿生成反応を利用する滴定である。



ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、水のイオン積を $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とし、電気分解後も溶液の体積の変化はないものとする。

～ に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (39) ～ (48) にマークし、 は化学式を解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

4. 分子式 $C_{10}H_{12}$ の一置換ベンゼンについて以下の〔1〕～〔6〕の間に答えなさい。ただし、 \boxed{a} ～ \boxed{g} には適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の $\boxed{(49)}$ ～ $\boxed{(55)}$ にマークしなさい。〔6〕は解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

- 〔1〕 構造異性体の数は \boxed{a} \boxed{b} である。一桁の場合は \boxed{a} に0をマークしなさい。
- 〔2〕 置換基が鎖状の化合物で、置換基に水素を付加したときに新たに不斉炭素を生じる化合物の数は \boxed{c} である。
- 〔3〕 置換基が鎖状の化合物の中で、幾何異性体をもつ化合物の数は \boxed{d} である。
- 〔4〕 加熱した硫酸酸性の $KMnO_4$ 溶液で酸化したとき、二重結合が開裂し、二酸化炭素が生じる化合物の数は \boxed{e} であり、ケトンを生じる化合物の数は \boxed{f} である。
- 〔5〕 置換基が鎖状の化合物で、置換基に臭素を付加したときに生成物に含まれる不斉炭素が1つのみである化合物の数は \boxed{g} である。
- 〔6〕 置換基が鎖状で不斉炭素をもつ化合物に酸素共存下 HBr を付加しても不斉炭素の数は変わらなかった。生成物の構造式を書きなさい。

5. 以下の〔1〕～〔3〕の間に答えなさい。

21個のアミノ酸からなるペプチド A はジスルフィド (S-S) 結合を有する。ペプチド A に還元剤を作用させて S-S 結合を切断すると次の二つのペプチド B, C が得られた。

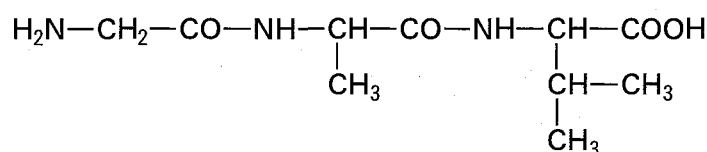
ペプチド B ; Ala-Val-Cys-Lys-Ser-Gly-Cys-Lys-Met-Phe-Gly

ペプチド C ; Tyr-Lys-Cys-Phe-Lys-Met-Ser-Lys-Cys-Ser

ただし、アミノ酸は以下の略号で示している。

アラニン (Ala), バリン (Val), システイン (Cys), リシン (Lys), セリン (Ser),
グリシン (Gly), メチオニン (Met), フェニルアラニン (Phe), チロシン (Tyr)

また、Gly-Ala-Val と表記したペプチドは下記の構造を有するものとする。



〔1〕 元のペプチド A には S-S 結合は最大 a 個存在していたと考えられる。

〔2〕 ペプチド B, C に、塩基性アミノ酸のカルボキシル基側のペプチド結合を加水分解する酵素を作用させると、ペプチド B からは b 種類、ペプチド C からは c 種類のペプチドが得られる。

a ～ c に適切な数値をそれぞれ順にマークシート解答欄の (56) ～ (58) にマークしなさい。

〔3〕 元のペプチド A に、〔2〕と同じ酵素を作用させると 5 種のペプチド D, E, F, G, H が得られた。このうち、ペプチド D, E には下記に示す 5 種のアミノ酸が含まれていた〔()内は物質量の比である〕。

ペプチド D ; Ala (1), Cys (2), Lys (1), Ser (1), Val (1)

ペプチド E ; Cys (2), Gly (1), Lys (2), Phe (1), Ser (1)

元のペプチド A に含まれていた S-S 結合を形成しているアミノ酸を、解答用紙に示した構造の正しい場所を線で結ぶことによって示しなさい [各アミノ酸の上下に示した点 (・) 同士を結ぶこと]。

6. 以下の〔1〕～〔2〕の問に答えなさい。解答は解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

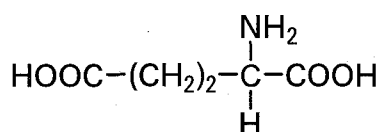
〔1〕 物質 A は脂肪酸とグリセリンがエステル結合した構造をもつ。A 1.49 g を完全に燃焼させると、二酸化炭素 4.07 g と水 1.62 g を生じた。A のヒドロキシ基を酸化するとケトンが生じた。また、A に十分な量の水酸化ナトリウムを加え加水分解し、その後酸性にしたところ、グリセリン、ステアリン酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ と、もう一種類の枝分かれを持たない脂肪酸 B のみが生じた。

1) 脂肪酸 B の構造式を示しなさい。

2) 物質 A の構造式を示しなさい。

〔2〕 ステアリン酸のように長い炭素鎖を持つ脂肪酸のナトリウム塩は、水中では石けんとしてミセルを形成しやすいが、弱塩基性を示す。

グルタミン酸とステアリン酸それぞれ 1 分子を原料として合成され、水中でミセルを形成し、かつ弱酸性を示す物質 C を一つ提案し、構造式を示しなさい。



(グルタミン酸)