

Q 4 化 学

この冊子の問題は 1 ページから 28 ページまであります。

[注 意]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答用紙には、解答用マークシート（1 枚）と記述解答用紙（4 枚）の 2 種類があります。
- (3) 解答は対応する解答欄にマーク及び記入しなさい。
- (4) 解答用マークシートに記載されている注意事項を読み、監督者の指示に従いなさい。
- (5) 試験開始の指示があったら、直ちに問題冊子のページ数を確認しなさい。ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- (6) 本問題冊子は、【1】～【4】を合計 200 点満点で作成しています。
- (7) 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

全ての問題【1】～【4】に答えなさい。

必要であれば次の原子量を用いなさい。

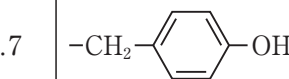
H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, P = 31, S = 32, Pb = 207

【1】

次の文章を読み、設問(1)～(8)に答えなさい。なお、設問(2), (3), (5), (6)(A), (6)(B), (7), (8)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(1), (4)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。(50点)

5つの α -アミノ酸で構成される鎖状構造のペプチドAがある。このペプチドAを構成する α -アミノ酸は下表に示すもののいずれかである。ペプチドAをある酵素Xを用いて切断したところ、ペプチドBとペプチドCが得られた。これらのペプチドについて、以下の実験1～実験6を行った。

表

名称	分子量	等電点	側鎖の構造式
グリシン	75	6.0	-H
アラニン	89	6.0	-CH ₃
グルタミン酸	147	3.2	-CH ₂ -CH ₂ -COOH
リシン	146	9.7	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -NH ₂
メチオニン	149	5.7	-CH ₂ -CH ₂ -S-CH ₃
イソロイシン	131	6.0	$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
セリン	105	5.7	-CH ₂ -OH
チロシン	181	5.7	-CH ₂ -  -OH

実験 1

α -アミノ酸の混合溶液を強酸性にした後、陽イオン交換樹脂を充填したカラムに流すと、混合溶液中のすべての α -アミノ酸が陽イオン交換樹脂に吸着する。次に、このカラムに緩衝液を順次 pH を上げながら流していく。緩衝液の pH が等電点以上になると、 α -アミノ酸は陽イオン交換樹脂との吸着力を失って溶出する。

ペプチド A を酸性条件下で完全に α -アミノ酸に分解し、その水溶液を pH 2.5 に調整した後、陽イオン交換樹脂を充填したカラムに流し込んですべての α -アミノ酸を陽イオン交換樹脂に吸着させた。その後、pH 4.0 の緩衝液を流すと、 α -アミノ酸 1 種類を含む流出液が得られた（流出液①）。次に、pH 7.0 の緩衝液を流すと、 α -アミノ酸 3 種類を含む流出液が得られた（流出液②）。さらに pH 11.0 の緩衝液を流すと、 α -アミノ酸 1 種類を含む流出液が得られた（流出液③）。

実験 2

ペプチド B 水溶液およびペプチド C 水溶液のそれぞれに、水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えたところ、ペプチド B 水溶液のみが赤紫色を呈した。

実験 3

ペプチド B 水溶液およびペプチド C 水溶液のそれぞれに、濃硝酸を加えて加熱し、さらに冷却後アンモニア水を加えて塩基性にしたところ、ペプチド C 水溶液のみが橙黄色を呈した。

実験 4

ペプチド B 水溶液およびペプチド C 水溶液のそれぞれに、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、ペプチド B 水溶液で黒色の沈殿が得られた。

実験 5

ペプチド B を加水分解して得られた α -アミノ酸について、pH 4.0 の緩衝液で十分に湿潤したろ紙を用いて電気泳動したところ、1つの α -アミノ酸が陽極側に、2つの α -アミノ酸が陰極側に移動した。

実験 6

ペプチド B およびペプチド C のそれぞれを加水分解し、得られた α -アミノ酸を分析したところ、ペプチド C の構成アミノ酸のみに不斉炭素原子を 2 個含む α -アミノ酸が含まれていた。

- (1) 実験 1 の下線部について、水溶液を pH 2.5 に調整した時、流出液③に溶出される α -アミノ酸はどのようなイオンとして存在するか。主要なイオン構造式を記述解答用紙【1】(1)に記入しなさい。
- (2) 実験 1 の流出液①に含まれる α -アミノ酸を解答群 1 より 1 つ選びなさい。

解答群 1

- | | | |
|----------|--------|----------|
| ① グリシン | ④ アラニン | ⑦ イソロイシン |
| ② グルタミン酸 | ⑤ リシン | ⑧ セリン |
| ③ メチオニン | ⑥ チロシン | |

- (3) 実験2から考えられることとして正しいのはどれか。解答群2から1つ選びなさい。

解答群2

- ① ペプチドBにはベンゼン環を持つアミノ酸が含まれる。
- ① ペプチドCにはベンゼン環を持つアミノ酸が含まれる。
- ② ペプチドBには酸性アミノ酸が含まれる。
- ③ ペプチドCには酸性アミノ酸が含まれる。
- ④ ペプチドBには塩基性アミノ酸が含まれる。
- ⑤ ペプチドCには塩基性アミノ酸が含まれる。
- ⑥ ペプチドBは3つ以上のアミノ酸で構成される。
- ⑦ ペプチドCは3つ以上のアミノ酸で構成される。

- (4) 実験3の呈色反応の名称を記述解答用紙【1】(4)に記入しなさい。

- (5) ペプチドCの分子量を求め、提示の解答例に従って(ア)～(ウ)のマークシートにマークしなさい。

ペプチドCの分子量は

ア	イ	ウ
---	---	---

 である。

(解答例：答えが24の場合、

ア	イ	ウ
---	---	---

のマークシートにそれぞれ、(0), (2), (4) を選択)

- (6) 実験4において、黒色沈殿が6.2g得られた。ただし、ペプチドBは酢酸鉛(Ⅱ)と完全に反応したものとする。このとき、次の設問(A)、(B)に答えなさい。

- (A) ペプチドBは何mol存在していたと考えられるか。計算し、提示の解答例に従って(ア)～(ウ)のマークシートにマークしなさい。小数第2位以下の数値が出た場合には、四捨五入しなさい。

ペプチド B は $\times 10^{-\text{ウ}}$ mol 存在していた。

(解答例：答えが 2.0×10^{-3} mol の場合, のマークシートにそれぞれ, (2), (0), (3) を選択)

- (B) ペプチド A に酵素 X を作用させてペプチド B とペプチド C に分解するとき, 設問(A)の量のペプチド B を得るためには, ペプチド A は何 g 必要か。提示の解答例に従って(ア)～(ウ)のマークシートにマークしなさい。小数点以下の数値が出た場合には, 四捨五入しなさい。ただし, ペプチド A は酵素 X により完全に分解されるものとする。

ペプチド A は g 必要である。

(解答例：答えが 24 g の場合, のマークシートにそれぞれ, (0), (2), (4) を選択)

- (7) 適切な酸触媒を用いてペプチド B およびペプチド C をエタノールと反応させたところ, いずれからも分子量が増加した化合物が得られた。反応が完全に進行したときそれぞれ分子量がいくつ増加したか, 提示の解答例に従って(ア)～(カ)のマークシートにマークしなさい。

ペプチド B は , ペプチド C は , それぞれ分子量が増加した。

(解答例：ペプチド B の答えが 24 の場合, のマークシートにそれぞれ, (0), (2), (4) を選択)

- (8) ペプチドBとペプチドCで構成されるペプチドAのアミノ酸配列について、何通りの組み合わせが考えられるか。その組み合わせの数について正しいものを解答群3より1つ選びなさい。ただし、アミノ酸の側鎖はペプチド結合の形成に関わらないものとする。

解答群3

- ① 4通り ② 8通り ③ 12通り ④ 16通り ⑤ 20通り
⑥ 24通り ⑦ 28通り ⑧ 32通り ⑨ 36通り ⑩ 40通り

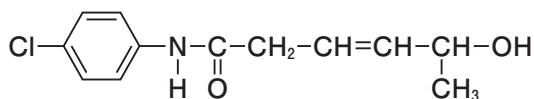
計 算 欄

【2】

次の文章を読み、設問(1)～(9)に答えなさい。なお、各設問の解答は問題文の指示にしたがい、記述解答用紙の指定された欄に記入、または解答用マークシートにマークしなさい。(50点)

なお、構造式を書く際には以下の例に従って書くこと。

(例)



(ア) 基またはカルボニル基と2つ以上の(イ)基を持つ、一般式(ウ)で示される化合物を総称して糖類(炭水化物)という。糖類の中でも高分子化合物に該当するものを多糖と呼び、それぞれ特徴ある構造と性質を示す。

例えば、植物がグルコースを貯蔵する形の一つであるデンプンは、熱水に溶けにくい(エ)と、熱水に溶けやすい(オ)の2種類が存在する。うるち米の約75～80%は(エ)、約20～25%は(オ)である。

また、植物の細胞壁の主成分であるセルロースは、(カ)構造を取るデンプンとは異なり(キ)構造をとっている。そのため、(キ)構造の分子同士が(ク)で強く結びついており、これがシート構造となることで繊維としての丈夫な性質を示す要因となっている。しかし、その丈夫な性質は成形が困難である性質にもつながっている。

この難点を解消するために、i)セルロースにおける一つのグルコースあたり(ケ)つの(イ)基を無水酢酸を使って全てアセチル化した後、一部の結合を加水分解すると(コ)という繊維が得られる。このように、天然繊維であるセルロースを化学的に処理したのちに紡錘したものを(サ)繊維という。

ところで、デンプンやセルロースのような自然界に存在する高分子化合物に対して、石油などから人工的に作られたものはii)(シ)高分子化合物という。

(シ)高分子化合物を紡糸して繊維にしたものを(ス)繊維とよび、(サ)繊維や再生繊維とともに、(セ)繊維と呼ばれる。

また、(シ)高分子化合物は合成樹脂としての用途もあり、その性質を利用し

てポリ袋や iii) 飲料容器などの汎用性物質から機能性物質に至るまで、様々な分野で活躍している。

しかし近年、環境問題の原因物質として取りざたされており、 iv) この問題を解決するため様々な化学技術上の取り組みが行われている。

- (1) 空欄 (ア), (イ) にあてはまる最も適切な語句を解答群 1 から、
(ウ) にあてはまる最も適切な化学式を解答群 2 から、(ケ) にあてはまる最も適切な数字を解答群 3 から、(サ) ~ (セ) にあてはまる最も適切な語句を解答群 4 から、それぞれ 1 つずつ選びなさい。なお、同じ選択肢を重複して選んでもよい。

解答群 1

- ① ホルミル ① アミノ ② カルボキシ ③ アミド ④ スルホ
⑤ ニトロ ⑥ ヒドロキシ ⑦ リン酸 ⑧ メチル ⑨ チオール

解答群 2

- ① $C_nH_{2n}O_m$ ① $C_nH_{2n}O_mN_l$ ② $C_nH_{2(n+1)}O_m$
③ $C_nH_{2(n+1)}O_mN_l$ ④ $C_nH_{2(n+2)}O_m$ ⑤ $C_nH_{2(n+2)}O_mN_l$
⑥ $C_nH_{2m}O_m$ ⑦ $C_nH_{2m}O_mN_l$ ⑧ $C_nH_{2(m+1)}O_m$
⑨ $C_nH_{2(m+1)}O_mN_l$

解答群 3

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

解答群 4

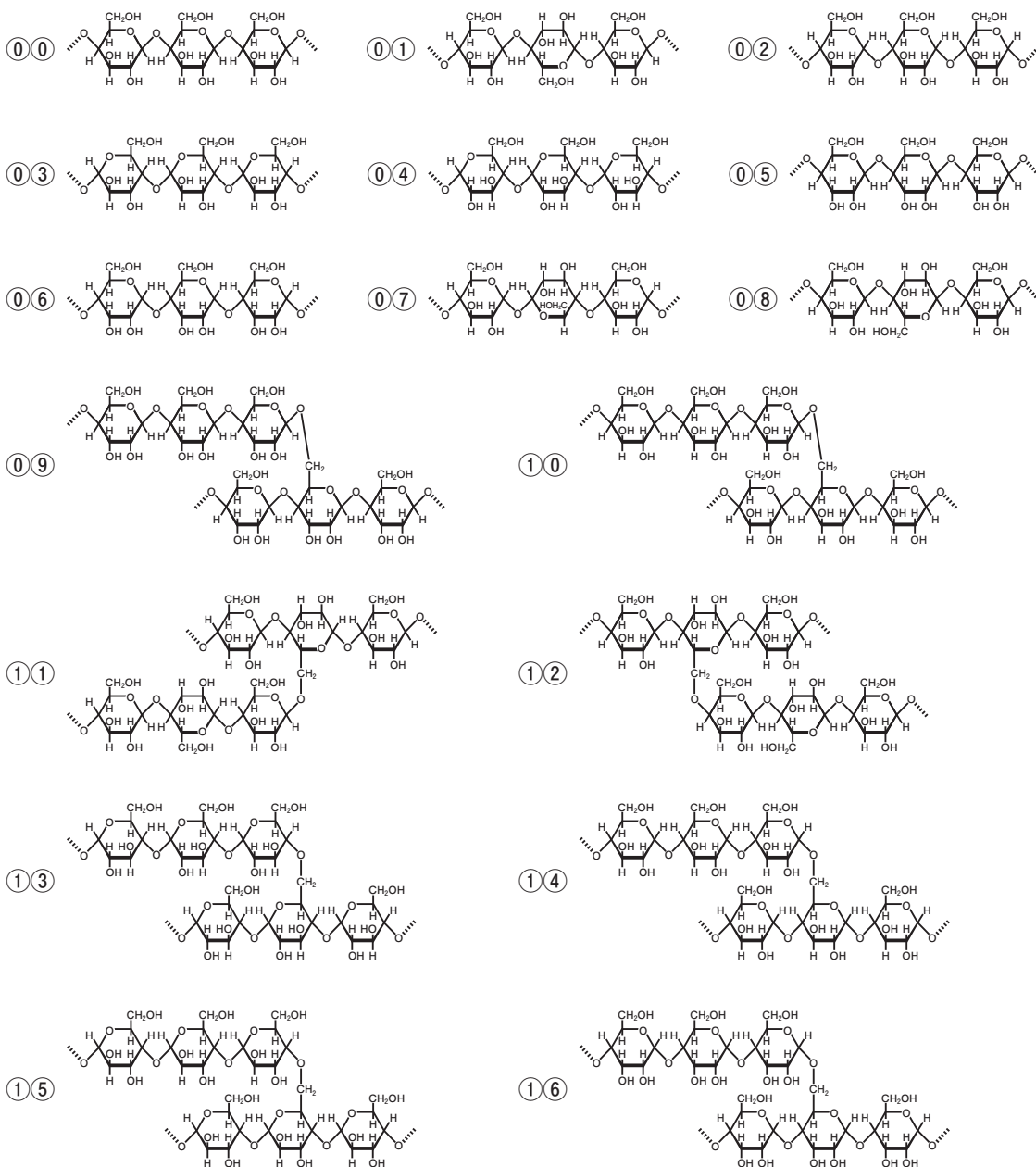
- ① 天然 ① 生物 ② 半天然 ③ 擬天然 ④ 化学
⑤ 非天然 ⑥ 合成 ⑦ 半合成 ⑧ 擬合成

- (2) 空欄 (エ) ~ (ク), (コ) にあてはまる名称を、記述解答用紙

【2】 (2) の指定された欄にそれぞれ記入しなさい。

(3) 空欄 (エ), (オ) にあてはまる語句の部分構造を解答群5から、それぞれ1つずつ選びなさい。なお、解答の際は、十の位と一の位に分けてマークすること。

解答群5



- (4) 下線部 i) について、セルロース 64.8 g に無水酢酸を十分に反応させると、何 g のアセチル化した生成物が得られるか、以下の文章中の空欄 ～ にあてはまる数字を、提示の**解答例**に従って選びなさい。

アセチル化した生成物の質量は g である。

(解答例：答えが「55.0 g」の場合、 を選択)

- (5) 以下の(A)～(D)それぞれの項目にあてはまる化合物を、**解答群 6**の中から全て選びなさい。
- (A) ヨウ素デンプン反応を示すもの
 - (B) フェーリング液に水溶液を加えても赤色沈殿を生じないもの
 - (C) ホルミル基を持たないが、水溶液が銀鏡反応を示すもの
 - (D) 天然に最も多く存在する二糖

解答群 6

- ① ガラクトース ① グリコーゲン ② グルコース ③ スクロース
- ④ セロビオース ⑤ トレハロース ⑥ マルトース ⑦ フルクトース
- ⑧ ラクトース ⑨ (該当する解答はない)

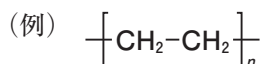
- (6) 砂糖は古来より甘味成分として様々な形で利用されてきたが、近年はダイエットブームの影響で人工甘味料に取って代わられることがある。人工甘味料の代表的物質であるアスパルテームは砂糖の約 200 倍の甘さを持つ、L-アスパラギン酸と L-フェニルアラニンの 2 分子がアミド結合でつながったジペプチドである。

図 1 に示す(A)～(D)にあてはまる部分構造を**解答群 7**から、それぞれ 1 つずつ選びなさい。なお、同じ選択肢を重複して選んでもよい。

また、図 1 の「L-Phe-OMe」は、L-フェニルアラニンのメチルエステルを意味する。あわせて、◀ の記号は紙面の手前に、⋯ の記号は紙面の奥に、それぞれ伸びていることを示す。

ちなみに、D 型アミノ酸は図 2 で示される構造である (R は置換基を示す)。

- (A) 合成高分子(テ)の繰り返し単位の構造式を、下記の例に従って記述解答用紙【2】(8)(A)に記入しなさい。



- (B) 化合物(ト)の構造式を記述解答用紙【2】(8)(B)に記入しなさい。

- (C) 合成高分子(テ)は、水酸化ナトリウムによる加水分解(けん化)のち反応液を酸性にすることで、化合物(ナ)と化合物(ニ)を再生することができる。

- a) 合成高分子(テ)48 gを完全に加水分解するのに消費される水酸化ナトリウムの質量は何gか、以下の文章中の空欄(又)~(ハ)にあてはまる数字を、提示の解答例に従って選びなさい。

水酸化ナトリウムの質量は . g である。

(解答例：答えが「55.0 g」の場合、 . を選択)

- b) 合成高分子(テ)48 gから再生される化合物(ナ)の質量は何gか。以下の文章中の空欄(ヒ)~(ホ)にあてはまる数字を、前記設問と同様の方法で答えなさい。

化合物(ナ)の質量は . g である。

- (9) 下線部iv)について、環境中の微生物や生体内の酵素によって水や二酸化炭素などに分解される高分子が開発されている。

- (A) このような高分子を何というか、記述解答用紙【2】(9)(A)に記入しなさい。

(B) このような高分子の一つであるポリ乳酸は、2分子の乳酸が脱水縮合したラクチドと呼ばれる環状二量体を形成後、これを(マ)させることで合成している。

a) ラクチドの構造式を記述解答用紙【2】(9)(B)に記入しなさい。なお、ラクチドの構造式では鏡像異性体は区別しなくてもよい。

b) 空欄(マ)にあてはまる最も適切な語句を解答群9から選びなさい。

解答群9

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① アセタール化 | ④ ペプチド結合 | ② 縮合重合 |
| ③ 付加重合 | ⑤ 付加縮合 | ⑥ 開環重合 |
| ⑦ 共重合 | ⑧ 加硫 | |

(C) 乳酸 22.5 g から得られるポリ乳酸は何 g か。また、そのポリ乳酸が完全に二酸化炭素と水に分解されるとき、発生する二酸化炭素は標準状態 (0℃, 1.013×10^5 pa) において何 L か。以下の文章中の空欄(ミ)~(ユ)にあてはまる数字を、提示の解答例に従って選びなさい。

生成するポリ乳酸の質量は g である。

発生する二酸化炭素は標準状態において L である。

(解答例：答えが「5.0 g」の場合、 を選択)

計 算 欄

【3】

次の設問(1)，(2)に答えなさい。

(50点)

- (1) 次の文章を読み，設問(A)～(G)に答えなさい。なお，設問(A)，(B)，(D)～(G)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(C)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

Ag^+ ， Al^{3+} ， Ba^{2+} ， Cu^{2+} ， Fe^{2+} ， Zn^{2+} ， Na^+ の7種の陽イオンのうち，いずれか1種類を含む5つの水溶液 A～E に次の(i)～(v)の実験を行った。

- (i) 水酸化ナトリウム水溶液を加えると B，C，D，E に沈殿が生じ，さらに過剰の水酸化ナトリウムを加えると C の沈殿が溶解した。
- (ii) アンモニア水を加えると B，C，D，E に沈殿が生じ，さらに過剰のアンモニア水を加えると B，C，D の沈殿が溶解した。
- (iii) 炎色反応を行うと，A と D は炎色反応を示した。
- (iv) 希硫酸を加えると，A に沈殿が生じた。
- (v) 希塩酸を加えると，B に沈殿が生じた。

- (A) 水溶液 A～E に含まれる陽イオンを解答群1の中から，それぞれ1つずつ選びなさい。

解答群1

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① Ag^+ | ④ Al^{3+} | ② Ba^{2+} | ③ Cu^{2+} |
| ④ Fe^{2+} | ⑤ Zn^{2+} | ⑥ Na^+ | |

(B) 実験(i)の水溶液Dについて、水酸化ナトリウム水溶液を加えて生じた沈殿Fの溶解度積は $1.080 \times 10^{-16} (\text{mol/L})^3$ である。この条件での沈殿Fの溶解度は、 $\times 10^{-7} \text{ mol/L}$ である。

にあてはまる数字を、解答例に従って記入しなさい。

(解答例：答えが「1」の場合、 のマークシートに、それぞれ (0), (1) を選択)

(C) 実験(i)において、水溶液Cに生じた沈殿が、過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて溶解した反応について、化学反応式を記述解答用紙【3】(1)(C)に記入しなさい。

(D) 実験(i)の水溶液Eについて、水酸化ナトリウム水溶液を加えて生じた沈殿は何色か。解答群2の中から最も適するものを1つ選びなさい。

解答群2

- ① 白色 ① 青白色 ② 深青色 ③ 褐色 ④ 赤色
⑤ 赤褐色 ⑥ 緑色 ⑦ 緑白色 ⑧ 黒色

(E) 水溶液A～Eについて、酸性で硫化水素を通じると沈殿が生じる水溶液の数として、最も適するものを解答群3の中から1つ選びなさい。

解答群3

- ① 0 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

(F) 水溶液 A ~ E について、塩基性で硫化水素を通じると沈殿が生じる水溶液の数として、最も適するものを解答群 4 の中から 1 つ選びなさい。

解答群 4

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

(G) 実験(v)の水溶液 B について、希塩酸を加えて生じた沈殿 G の溶解度積を $1.00 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ とする。

沈殿 G の飽和水溶液 1.00 L に 0.200 mol/L の塩酸溶液を 0.0500 mL を加えた場合、溶解している B の濃度は $\boxed{\text{ア}}\boxed{\text{イ}} \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ である。

$\boxed{\text{ア}}\boxed{\text{イ}}$ にあてはまる数字を、解答例に従って記入しなさい。なお、 $\sqrt{5} \doteq 2.24$ とし、小数第一位を四捨五入して答えなさい。

(解答例：答えが「1」の場合、 $\boxed{\text{ア}}\boxed{\text{イ}}$ のマークシートに、それぞれ (0), (1) を選択)

- (2) 次の文章を読み、設問(A)～(F)に答えなさい。なお、設問(A)、(C)～(E)の解答は解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)、(F)の解答は記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

リンの同素体には黄リンと赤リンがある。空気を断って黄リンを約 250℃に加熱すると、赤褐色で固体の赤リンとなる。リンを過剰の乾燥空気または酸素中で燃焼させると、化合物 A の白煙が生じる。化合物 A は吸湿性、脱水作用が強いので、強力な乾燥剤として用いられる。(i) 化合物 A を水に溶かして加熱すると化合物 B になる。化合物 B の塩には、骨や歯の主要成分であるヒドロキシアパタイトなどがある。

炭素の単体には、多くの同素体がある。(ii) 同素体 1 は、光沢のある灰黒色の結晶で、やわらかく、電気や熱をよく伝える。電極や鉛筆の芯、原子炉の減速材に用いられる。一方、(ii) 同素体 2 は C_{60} 、 C_{70} などの分子式をもつ直径約 1 nm のほぼ球状の分子で、電気を導かない。その他、(iii) ダイヤモンド は無色の結晶で、非常に硬い。大きな結晶は宝石として珍重される。高温、高压下で同素体 1 から合成した小さな結晶は、研磨剤や切削剤として工業用に利用される。

酸素の同素体には酸素とオゾンがある。酸素の単体は、実験室では水の電気分解のほか、酸化マンガン(IV)を触媒として用いた(iv) 塩素酸カリウムの熱分解で発生させることができる。酸素の単体は多くの元素と反応して(v) Al_2O_3 、 CaO 、 CO_2 、 CuO 、 NO_2 、 SiO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 MgO などの酸化物をつくる。オゾンは特異臭のある気体で、毒性が強い。オゾンは空気中または酸素中で無声放電を行うか、酸素に強い紫外線を当てることによって生じる。オゾンの検出には、(vi) 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙が用いられ、青紫色に呈色する。

(A) 下線部(i)の反応について、化合物A 142 gを大量の水と反応させた場合、化合物Bは g生成する。

~ にあてはまる数字を解答例に従ってマークしなさい。なお、この反応では化合物Aは全て化合物Bに変化する。

(解答例：答えが「10」の場合、(0) (1) (0) を選択)

(B) 下線部(ii) 同素体1 および 同素体2 の名称を記述解答用紙【3】(2)(B)に記入しなさい。

(C) 下線部(iii) ダイヤモンド の単位格子には炭素原子が何個含まれているか。解答群5から1つ選びなさい。

解答群5

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

(D) 下線部(iv) 塩素酸カリウム の塩素原子の酸化数について、正しいものを解答群6の中から1つ選びなさい。

解答群6

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

(E) 下線部(v) Al₂O₃, CaO, CO₂, CuO, NO₂, SiO₂, SO₂, SO₃, MgO の中で、酸性酸化物は何種類か。最も適切な数字を解答群7の中から1つ選びなさい。

解答群7

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

(F) 下線部(vi)の呈色反応では、オゾンとヨウ化カリウム水溶液が反応している。この反応の化学反応式を記述解答用紙【3】(2)(F)に記入しなさい。

計 算 欄

【4】

次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(50点)

(1) 以下の設問(A)～(E)に答えなさい。

(A) 次の解答群①～③について、『電気陰性度』で比較したとき、「最も大きな値を示すもの」と「最も小さな値を示すもの」はどれか。それぞれ選び、解答群の番号を解答用マークシートにマークしなさい。

解答群

① S ① Si ② O ③ F

(B) 次の解答群①～③について、『イオン化傾向』で比較したとき、「最も大きなもの」と「最も小さなもの」はどれか。それぞれ選び、解答群の番号を解答用マークシートにマークしなさい。

解答群

① Al ① Ag ② Pb ③ Zn

(C) 次の解答群①～③について、『沸点』で比較したとき、「最も大きな値を示すもの」と「最も小さな値を示すもの」はどれか。それぞれ選び、解答群の番号を解答用マークシートにマークしなさい。

解答群

- ① エタノール
- ① ジメチルエーテル
- ② 0.1 mol/kg のグルコース水溶液
- ③ 0.1 mol/kg の塩化カリウム水溶液*

*塩化カリウムは溶液中で完全に電離しているものとする。

- (D) 次の解答群①～③について、『1 mol の分子を完全燃焼させるのに必要な酸素の物質質量』で比較したとき、「最も大きな値を示すもの」と「最も小さな値を示すもの」はどれか。それぞれ選び、解答群の番号とその数値を記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

解答群

- ① グルコース ① エチレン ② 1-ブタノール
③ シクロヘキサン

- (E) 次の解答群①～③について、『1 mol の分子に対して完全に付加させるのに必要な水素の物質質量』で比較したとき、「最も大きな値を示すもの」と「最も小さな値を示すもの」はどれか。それぞれ選び、解答群の番号とその数値を記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

解答群

- ① リノール酸($C_{17}H_{31}COOH$)
① アラキドン酸($C_{19}H_{31}COOH$)
② ドコサヘキサエン酸($C_{21}H_{31}COOH$)
③ エイコサペンタエン酸($C_{19}H_{29}COOH$)

- (2) 日本薬局方とは、国内で使用されている医薬品等の規格基準書として知られている。日本薬局方に収載されている水酸化ナトリウムの定量法は以下のとおりである。定量法および解説文を読み、以下の設問(A)～(F)に答えなさい。なお、設問(A)、(D)については記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。設問(B)、(C)、(E)、(F)については解答用マークシートにマークしなさい。

(定量法) 水酸化ナトリウム(以下本品)を精密に量り、新たに煮沸して冷却した水 40 mL を加えて溶かし、15 °C に冷却した後、指示薬 a を数滴加えて①0.5 mol/L 硫酸を滴下する。滴定終点における 0.5 mol/L 硫酸の添加量を A mL とする。さらに、この液にメチルオレンジを数滴加え、再び 0.5 mol/L 硫酸で滴定する。滴定終点における 0.5 mol/L 硫酸の量を B mL とする。これらの滴定量をもとに NaOH の量を計算する。

(解説) 上記の方法について、NaOH の一部は空気中の CO₂ を吸収して Na₂CO₃ を生じるため、下線部①で硫酸を加えることによって NaOH の中和反応だけでなく別の中和反応も生じることになる。

指示薬 a を用いた滴定において、滴定終点では NaOH は完全に中和される一方で、Na₂CO₃ は弱塩基性物質となる。次にメチルオレンジを加えて滴定を行うと、滴定終点では②弱塩基性物質が完全に中和されている。これらのことから、NaOH の中和に用いられた 0.5 mol/L 硫酸の量は ア mL で示されることから、NaOH の定量が可能になる。

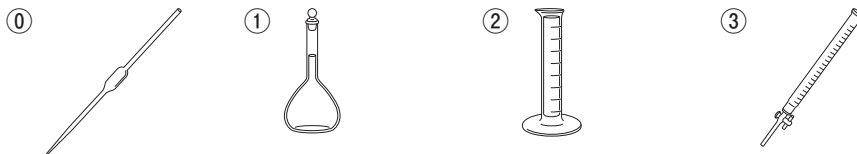
(A) 指示薬 a にあてはまる試薬の名称について答えなさい。

(B) 下線部①で用いられる器具はどれか。解答群 1 から名称, 解答群 2 から図, 解答群 3 からは使用上の注意についてそれぞれ正しいものを 1 つ選び, 番号で答えなさい。

解答群 1

- ① メスフラスコ ① ホールピペット ② メスシリンダー
③ ビュレット

解答群 2 ただし図の縮尺はそれぞれ異なっている。



解答群 3

- ① 中に入れる溶液で数回洗ってから, ぬれたまま使用する。
① 純水で数回洗ってから, ぬれたまま使用する。
② 加熱して乾かしてから使用する。

(C) 下線部①の滴定終点では, 反応液はどのような状態か。解答群①~③のうちからあてはまるものを 1 つ選び, 番号で答えなさい。

解答群

- ① 赤色に着色し, 色が残り続ける。
① 黄色に着色し, 色が残り続ける。
② ごく薄い赤色, または無色になる。
③ 白濁する。

(D) 下線部②の化学反応式を書きなさい。

(E) に相当する内容として、解答群①～④のうちから正しいものを1つ選び、番号で答えなさい。

解答群

① $2A - B$

② $A - B$

③ $\frac{1}{2}A - B$

④ $A - 2B$

⑤ $A - \frac{1}{2}B$

(F) 量り取った水酸化ナトリウム（本品）試薬の量を 1.50 g, A を 37.25 mL, B を 0.50 mL とするとき、水酸化ナトリウム（本品）試薬中の NaOH の含量は . % であった。

～ にあてはまる数値を選んで答えなさい。なお、NaOH の式量を 40.0 とする。

(3) 二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 は密閉容器内で平衡状態となることが知られている。以下の設問(A)～(C)に答えなさい。なお、設問(A)、(C)については解答用マークシートにマークしなさい。設問(B)については記述解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

(A) 2つの気体のうち、赤褐色を示すのはどちらか。解答群のうち正しいほうを選び、番号で答えなさい。

解答群

② 二酸化窒素 NO_2

① 四酸化二窒素 N_2O_4

(B) 二酸化窒素(気体)の標準生成エンタルピーが 33.2 kJ/mol 、四酸化二窒素(気体)の標準生成エンタルピーが 9.2 kJ/mol であるとき、
 2NO_2 (気体) \longrightarrow N_2O_4 (気体) $\Delta H = x \text{ kJ}$ の x はいくらか。

(C) 前問の反応式は可逆反応である。この反応がある容器内で平衡状態に達しているとき、解答群①～③のように条件を変更させた。変更後に再び平衡状態となったとき、容器内の色調が確実に薄くなると予測されるのはどれか。解答群①～③のうちから1つを選び、番号で答えなさい。

解答群

② 温度と圧力を一定に保ち、窒素を加える。

① 温度と容器の体積を一定に保ち、窒素を加える。

② 圧力を一定に保ち、温度を下げる。

③ 圧力を一定に保ち、二酸化窒素を加えながら温度を上げる。

