

〔 I 〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

水素ガスや黒鉛のように、1種類の元素だけからできている純物質を という。黒鉛とダイヤモンドは、いずれも炭素の である。黒鉛は(a)(無色透明, 灰黒色, 白色)で軟らかく、電気を(b)(通さない, よく通す)のに対して、ダイヤモンドは(c)(無色透明, 灰黒色, 白色)できわめて硬く、電気を(d)(通さない, よく通す)。このように、同じ元素の で性質の異なる物質を互いに という。酸素と も である。

炭素原子は 殻に 個の価電子をもち、安定なネオン原子に比べると電子が 個不足している。炭素の原子価は であり、 個の水素原子と 結合を形成しメタンとなる。メタンを燃やすと二酸化炭素と水を生じる。⁽¹⁾

二酸化炭素は空気中に体積で約(e)(3, 0.3, 0.03, 0.003)%含まれる。常温・常圧では無色無臭の気体で、その水溶液は(f)(強い酸性, 弱い酸性, 中性, 弱いアルカリ性, 強いアルカリ性)を示す。実験室では炭酸カルシウムに塩酸を作用させてつくる。二酸化炭素の固体は 点⁽²⁾が -79°C と低いので冷却剤として用いられる。二酸化炭素を石灰水に吹き込むと白色沈殿が生じる。この反応は二酸化炭素の検出に利用される。⁽³⁾二酸化炭素をさらに通じると、沈殿は溶けて透明になる。⁽⁴⁾

炭酸塩のうち炭酸カルシウムや炭酸ナトリウムは工業用原料として重要である。炭酸ナトリウムはガラスや洗剤の原料として用いられる。工業的には 法でつくられる。食塩の飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を溶かしこむと の沈殿が生じる。この を焼いて炭酸ナトリウムをえる。炭酸カルシウムは天然に として産出する。

問 1 ~ に適する語句や数値を入れよ。

問 2 (a)~(f)のカッコの中から適するものを選び書け。

問 3 に鉱物の名前をひとつ入れよ。

問 4 下線(1)~(4)の反応を化学反応式で示せ。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、気体は理想気体と見なす。原子量は、 $H = 1.00$ 、 $O = 16.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $Na = 23.0$ 、 $Cl = 35.5$ 、ファラデー定数 F は、 96500 C/mol とする。

陽極に炭素、陰極に鉄を用いて濃い塩化ナトリウムの水溶液を隔膜法で電気分解すると、塩素と水素が⁽¹⁾発生する。その結果、陰極側の電解溶液中の水酸化物イオンの濃度が次第に⁽²⁾増加する。この電解液を濃縮すると塩化ナトリウムを⁽³⁾不純物として含む水酸化ナトリウムが得られる。

塩素はわずかに水に溶け、一部は水と反応する。また、塩素をヨウ化カリウムの水溶液に加えると黒紫の⁽⁴⁾固体が析出する。塩素とエチレンとの⁽⁵⁾付加生成物を経てえられる⁽⁶⁾ビニル化合物の付加重合で⁽⁷⁾高分子化合物が製造される。

問 1 下線部(1)の陰極で起こる反応を化学反応式で示せ。

問 2 下線部(2)の反応で、 2.00 A の電流を 965 秒間通電したとき発生する水素は標準状態で何 ml か。計算結果は有効数字 3 桁で示せ。

問 3 下線部(3)の水酸化ナトリウム 1.00 g を水に溶かして 100 ml にし、この溶液 10.0 ml を 0.200 mol/l のシュウ酸溶液で滴定したら、 6.20 ml を要した。この水酸化ナトリウムの純度は何%か。計算結果は有効数字 3 桁で示せ。

問 4 下線部(4)の反応を化学反応式で示せ。

問 5 下線部(5)の反応を化学反応式で示せ。

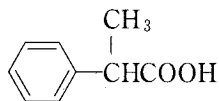
問 6 下線部(6)のビニル化合物の構造式を示せ。

問 7 下線部(7)の高分子化合物の構造式を示せ。

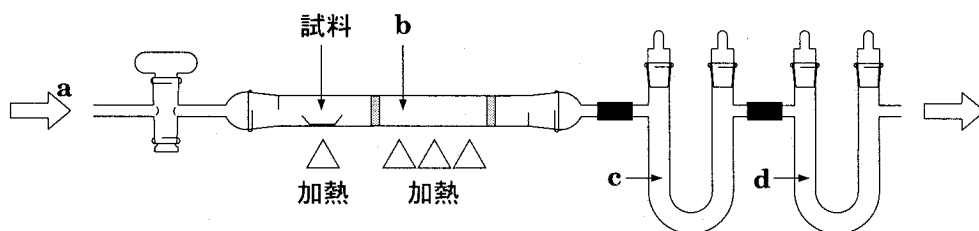
問 8 下線部(7)の高分子の重合度が 1250 であるとする、その分子量はいくらか。計算結果は有効数字 2 桁で示せ。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。なお、構造式は次の例のように示すこと。

例



化合物Aは分子量が222で炭素、水素、酸素からなる。下図の元素分析装置を用いて、13.32 mgの化合物Aを分析したところ、二酸化炭素31.68 mgと水7.56 mgがえられた。1 molの化合物Aを加水分解すると1 molの酸Bと1 molのアルコールCを生じた。アルコールCは不斉炭素を有する化合物であった。酸Bは1つのベンゼン環と2つのカルボキシル基からなる化合物で、急激に加熱したところ分子内で脱水がおり酸無水物Dを生じた。



問1 図中aから導入する気体として適当なものを(ア)~(エ)より選び記号で答えよ。

- | | |
|---------------|-------------------|
| (ア) 水素またはヘリウム | (イ) 窒素またはアルゴン |
| (ウ) 酸素または乾燥空気 | (エ) 都市ガスまたはプロパンガス |

問 2 1) 図中 b～d のそれぞれの部分に詰めておく物質を(ア)～(ウ)より選び記号で答えよ。

2) また、それぞれの部分では何が行われるか(エ)～(カ)より選び記号で答えよ。

(ア) 塩化カルシウム

(イ) 酸化銅(Ⅱ)

(ウ) ソーダ石灰

(エ) 二酸化炭素の吸収

(オ) 水分(水蒸気)の吸収

(カ) 試料の完全燃焼

問 3 化合物 A の分子式を求めよ。

問 4 酸 B の構造式と名称を示せ。

問 5 化合物 A の構造式を示せ。

問 6 アルコール C と同一の分子式を有する構造異性体をすべて書け。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

タンパク質は生物の細胞原形質を構成する高分子化合物である。また、消化や代謝など生命活動において極めて大切な役割を果たしている酵素もタンパク質である。タンパク質を加水分解すると多数の α -アミノ酸が得られる。タンパク質⁽¹⁾の中に見い出される α -アミノ酸は約20種類あり、これらのうち、ある α -アミノ酸のアミノ基と別の α -アミノ酸の(ア)基が脱水縮合して(イ)結合とよばれる一種のアミド結合を形成し、それが繰り返され、分枝のない一本の長い鎖となったものがタンパク質である。それぞれのタンパク質には固有のアミノ酸配列がある。タンパク質分子内にはこのような(イ)結合が多数あるため、(イ)結合を構成している窒素原子に結合した水素原子と、酸素原子との間で(ウ)結合が形成される。その結果、タンパク質はらせん構造(α -ヘリックス)などの立体構造をとる。水に溶ける分子量の大きいタンパク質の水溶液は、デンプンと同じように(エ)溶液となる。この溶液は親水(エ)とよばれる。この溶液に高濃度の硫酸アンモニウムを加えるとタンパク質が沈殿す⁽²⁾る。また、タンパク質の水溶液を加熱すると凝固したり、強酸やアルコールなど⁽³⁾を加えると沈殿したりする。タンパク質を加水分解したとき、 α -アミノ酸以外⁽⁴⁾に糖、色素、リン酸などを生じるものを複合タンパク質という。

問1 (ア)から(エ)に適する語句を入れよ。

問2 下線部(1)の α -アミノ酸のうち、生物が生体内で必要量を合成できないため、体外から摂取する必要のあるものを何というか。

問 3 下線部(2)と(3)は、ともにタンパク質が沈殿する現象である。これについて、以下の小問に答えよ。

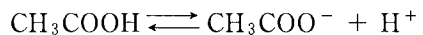
- 1) 下線部(2)の現象を何というか。
- 2) 下線部(3)の現象を何というか。
- 3) それぞれの場合について、タンパク質にどのような変化が起きたため沈殿したと考えられるか。90字以内で説明せよ。

問 4 下線部(4)について、次の(a)~(e)のうちで複合タンパク質に分類されるものはどれか。記号で記せ。

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| (a) インスリン | (b) アルブミン | (c) ヘモグロビン |
| (d) コラーゲン | (e) ケラチン | |

[V] 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、 $\log 1.7 = 0.23$ とする。

水酸化ナトリウム 0.17 mol を溶かして 1 l とした水溶液Aと、酢酸 0.17 mol を溶かして 1 l とした水溶液Bがある。水酸化ナトリウムは水中で完全に解離するが、酢酸は水中で一部だけが次式のように解離し、その解離定数は $1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ である。



問 1 水溶液Aの pH を求めよ。小数第一位まで答えよ。

問 2 1) 水溶液Bの酢酸イオン濃度 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ を求めよ。

有効数字 2 桁で答えよ。

2) 水溶液Bの pH を求めよ。小数第一位まで答えよ。

問 3 50 ml の水溶液Bに、ある量の水溶液Aを加えた結果、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ と $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ の比が $1 : 1$ となった。このときこの溶液の pH はいくらか。小数第一位まで答えよ。また、加えた水溶液Aの体積を有効数字 2 桁で答えよ。