

函館工業高等専門学校 専攻科

令和5年度学力検査による選抜検査問題

専 門

(物質環境工学専攻)

(注意)

1. 問題用紙および解答用紙は試験監督者の指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は1ページから4ページまでである。
3. 解答用紙所定欄に受験番号・氏名を記入すること。
4. 解答は解答用紙の所定欄に記入すること。
5. 解答用紙(表紙含む)は試験終了時に回収する。
6. 問題用紙は持ち帰ること。

1. 生物化学

問1.1 タンパク質と酵素に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

あるアミノ酸のカルボキシ基と、他のアミノ酸のアミノ基の部分が結合してできる結合を [①] という。タンパク質は多数のアミノ酸が鎖状に [①] によって繋がってできているポリペプチドである。タンパク質は、いろいろに折りたたまれて特有の [②] をしており、それぞれ化学的、物理的に異なる性質を有している。酵素はタンパク質を主成分としており、少量で強い働きをする。例えば1分子のカタラーゼは20°C、毎秒、約50万分子の [③] を分解することができる。酵素は、作用する物質、すなわち、 [④] が決まっていて、特定の [④] としか反応しない。(a)酵素のこのような性質を [⑤] と呼んでいる。酵素には大きな分子のタンパク質に小さな分子が結合した状態で酵素作用を示すものがある。このような(b)小さな分子を [⑥] と呼び、小さな分子を結合している状態のタンパク質を [⑦] 、結合していない状態のタンパク質を [⑧] と呼ぶ。

(1) 上の文章の①-⑧に適切な語句を入れよ。

(2) 文中の下線部(a)について、酵素の性質として他にどのようなものがあるか、一つ書きなさい。

(3) 文中の下線部(b)について、小さい分子の例を二つ書きなさい。

問1.2 核酸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

生物の細胞中にはDNAとRNAの二種類の核酸が含まれており、いずれの核酸も糖、 [①] 、塩基の3つの成分からなる [②] がその単位で、多数鎖状に結合してできた高分子化合物である。

DNAに含まれる糖は [③] と呼ばれる単糖であり、RNAに含まれる糖は [④] と呼ばれる単糖である。また、DNAもRNAも以下に示すような4種類の塩基を含んでいる。DNAに含まれる塩基は [⑤] 、 [⑥] 、チミン、シトシンの4種類であり、 [⑤] とチミン、 [⑥] とシトシンとが塩基対を作っている。RNAを構成する塩基はDNAの4種類の塩基のうちチミンの代わりに [⑦] になっている。

- (1) 上の文章の①-⑦に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線部の RNA は大別して 3 種類に分類される。この 3 種類の RNA の名称を記せ。
- (3) DNA の 10 塩基対が占める長さが 3.4 nm だった場合、全長 68 cm の DNA には塩基対がいくつあるか答えよ。計算式も記すこと。

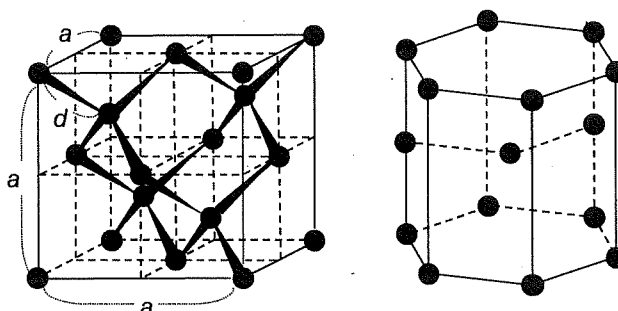
2. 無機化学

問 2.1 硝酸はアンモニアを出発原料として、次のような段階を経て工業的に製造する。これについて以下の問いに答えなさい。

- ① アンモニアの酸化： (A)
 ② NO の酸化： $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 ③ NO_2 の水への溶解： $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

- (1) 硝酸を得るこの方法の名称を答えなさい。
 (2) (A) の反応式を示しなさい。
 (3) 298 K における②の反応について、平衡定数 K の自然対数 $\ln K$ を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、 O_2 、NO、 NO_2 の 298 K における標準生成 Gibbs 自由エネルギー ΔG_f° はそれぞれ 0、86.6、51.3 kJ/mol である。また、気体定数は $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol K})$ とする。

問 2.2 右図は炭素原子からなるダイヤモンドとグラファイトの単位格子の構造である。このように同じ元素から成り立ち、性質が異なる物質を互いに (i) という。一方、原子番号は同じであるが、質量数が異なる場合、それらを互いに (ii) であるという。これについて以下の問いに答えなさい。



ダイヤモンド (左) とグラファイト (右) の構造

- (1) (i) と (ii) に当てはまる言葉を答えなさい。
 (2) ダイヤモンドの単位格子に含まれる原子数を求めなさい。また、ダイヤモンドの原子間距離を d とするとき、単位格子の一辺の長さ a を d を用いて表しなさい。
 (3) $d = 0.15 \text{ nm}$ であるとき、ダイヤモンドの密度 $\rho [\text{g}/\text{cm}^3]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、炭素の原子量を 12、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。
 (4) (b) について、 ^{14}C は放射性元素でその崩壊の半減期は 5730 y であることが知られている (y は年)。 ^{14}C が $1/8$ になるのに何年かかるか答えなさい。また、一次反応を仮定し、その速度定数 $k [\text{y}^{-1}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

3. 有機化学

問 3.1 以下は、立体化学に関する説明文である。(1)~(7)に適切な語句または数字を書きなさい。また、問題 1 から 3 の解答を解答欄(8)~(10)に書きなさい。

化合物をその鏡像と重ね合わせることができないとき、それらは異なるキラルな化合物であり、(1)と呼ばれる。例えば、一つの立体中心をもつ 2-ブタノールでは、重ね合わせることができない(1)を書くことができる。二つの(1)の等量混合物は(2)といい、光学的に不活性となる。また、二つの(1)は、融点・沸点・溶解度などの物理的性質が(3)。一方、ジアステレオマーは互いに鏡像関係にはないので旋光度も含めて物理的性質は(4)。二つの立体中心をもつ 2,3-ジブロモペンタンでは、最大数の(5)つの立体異性体が存在するが、2,3-ジブロモブタンでは、二つの立体中心をもつものの立体異性体の最大数は(6)つである。これは、四面体構造の立体中心をもつアキラルな化合物である(7)が存在するためである。

問題 1 : 解答欄(8)に(R)-2-ブタノールの構造式を破線-くさび形表記で書きなさい。

問題 2 : 解答欄(9)に 2,3-ジブロモブタンの構造式を書き、二つの立体中心を*で示しなさい。なお、構造式は立体異性体を区別する破線-くさび形表記でなくてもよい。

問題 3 : 解答欄(10)に(2S,3R)-2,3-ジブロモペンタンの構造式を破線-くさび形表記で書きなさい。

問 3.2 次の反応で生成する有機化合物の構造を書きなさい。

- (1) シクロヘキセンと MCPBA(*meta*-クロロ過安息香酸)との反応で得られる生成物を解答欄(1)に書きなさい。
- (2) AlCl_3 存在下、ベンゼンと 2-クロロ-3-メチルブタンの Friedel-Crafts 反応から得られる主生成物を解答欄(2)に書きなさい。
- (3) ベンズアルデヒドとアニリンとの反応で得られる生成物を解答欄(3)に書きなさい。
- (4) アセトフェノンのアルドール反応の生成物を解答欄(4)に書きなさい。
- (5) 1-メトキシ-4-メチルベンゼンのモノニトロ化反応の生成物を解答欄(5)に書きなさい。
- (6) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHBrCH}_3$ の脱 HBr で得られる主生成物を解答欄(6)に書きなさい。
- (7) 安息香酸と SOCl_2 との反応で得られる生成物を解答欄(7)に書きなさい。
- (8) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgI}$ と CO_2 (ドライアイス)との反応で得られる生成物を解答欄(8)に書きなさい。
- (9) 2-クロロプロパンをアルコール中で KOH と反応させた場合、得られる脱離反応生成物を解答欄(9)に、求核置換反応生成物を解答欄(10)に書きなさい。