

函館工業高等専門学校 専攻科

令和 9 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 ATP に関する以下の事項について答えなさい。

- (1) この化合物の正式名称を記しなさい。
- (2) ATP は塩基・糖・リン酸から構成されている。このうち、塩基と糖の名称をそれぞれ記しなさい。
- (3) ATP 内のリン酸同士の結合の名称を答えなさい。
- (4) ATP が ATP 分解酵素によって加水分解した際に生じる物質を二つあげなさい。

問 1.2 あるバクテリアのゲノム DNA は 2 本鎖からなり、遺伝暗号として働くのはこのうち一方の DNA 鎖である。以下の問に答えなさい。

- (1) このバクテリアのゲノムの DNA 塩基対の数が 4.5×10^6 だった場合、遺伝暗号（コドン）の数を求めなさい。なお、全 DNA が遺伝子で構成されるものとする。
- (2) このバクテリアの 1 遺伝子が平均 1500 塩基対を持つとすると、このバクテリアは何種類のタンパク質を作ることができるか。なお、同一の遺伝子は存在しないものとする。
- (3) このバクテリアのある遺伝子の二本鎖 DNA では、全塩基に占めるシトシンの割合が 20% であった。この遺伝子のアデニンの割合を求めなさい。

問 1.3 酵素の反応速度論において、ミカエリス・メンテンの式の逆数をとったラインウィーバー・バークプロットが広く用いられている。以下の問に答えなさい。

- (1) このラインウィーバー・バークプロットのグラフの概略（縦軸と横軸のラベルを含む）をフリーハンドで図示しなさい。
- (2) プロットにおける「傾き」、「x 切片」、「y 切片」が表すものを、最大反応速度 $V_{\max}$ およびミカエリス定数 K_m を用いてそれぞれ示しなさい。

2. 無機化学

問 2.1 イオン結晶に関する次の設問に答えなさい。ただし、図中の球の大きさはイオンの実際の大きさを示すものではないことに注意すること。

- (1) 図 1 に閃亜鉛鉱型のイオン結晶の単位格子を示す。この結晶系は立方晶系であり、陰イオンの面心立方格子に単位格子中 8 ヶ所存在する四面体間隙のうち、4 か所を陽イオンが占有する構造をとる。陽イオン・陰イオンをそれぞれ半径 r_+ 、 r_- の球と仮定し、隣接する陽イオンと陰イオンが接し、かつ陽イオンと隣接する陰イオン同士も接しているときの陰イオンの半径に対する陽イオンの半径の割合 (r_+/r_-) を求めなさい (ただし $r_+ < r_-$ とする)。 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とし、有効数字 3 桁で答えなさい。

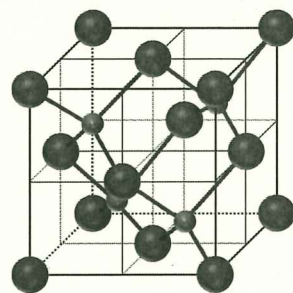


図 1. 閃亜鉛鉱型イオン結晶の単位格子

- (2) 図 2 に蛍石型の結晶構造をとることが知られている CaF_2 結晶の単位格子を示す。この結晶も閃亜鉛鉱型構造と同じく立方晶系であるが、イオンの配置が閃亜鉛鉱型とは異なっている。一方のイオン A の配置は閃亜鉛鉱型と同じ配置であるのに対し、もう一方のイオン B は全ての四面体間隙に配置されている。次の問いに答えなさい。ただし、 $F = 19$ 、 $\text{Ca} = 40$ で、アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

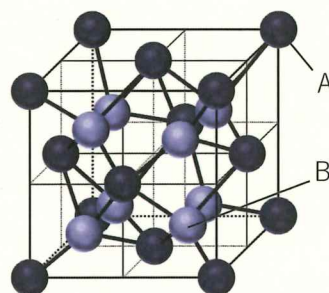


図 2. 蛍石型イオン結晶の単位格子

- (a) 図 2 の CaF_2 の構造中、 F^- イオンは A、B のどちらか。
 (b) 単位格子の体積が $a^3 = 1.6 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ のとき、この結晶の密度 (g/cm^3) を有効数字 2 桁で求めなさい。

次頁へ続く

問 2.2 図 3 に炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法（ソルベー法）の概要を示す。次の設問に答えなさい。

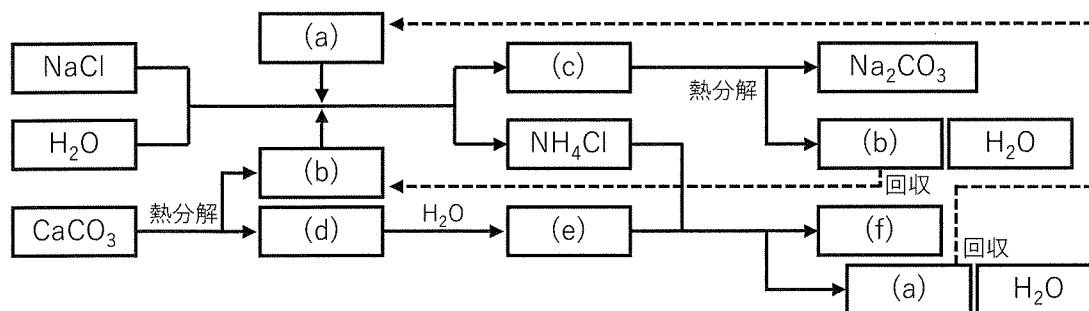


図 3. 炭酸ナトリウムの工業的製法（アンモニアソーダ法）の概略図

工程① 塩化ナトリウムの飽和水溶液に（ a ）を吸収させ（ b ）を通じると、比較的溶解度の小さい（ c ）が沈殿し、溶液中には塩化アンモニウムが生成する。

工程②（ c ）を加熱すると炭酸ナトリウムが得られる。同時に生じる（ b ）は回収し、再び工程①に利用する。

工程③ 石灰石を加熱すると、（ b ）と（ d ）が生じる。（ b ）は工程①で再利用する。

工程④（ d ）に水を反応させると、（ e ）が生じる。

工程⑤（ e ）に工程①で生じた塩化アンモニウムを反応させると、（ f ）と（ a ）が得られる。（ a ）は回収され、再び工程①で用いられる。

- (1) 空欄 (a)～(f) に入る適切な物質について、化学式で答えなさい。
- (2) 工程①と工程⑤に示された反応について、化学反応式を答えなさい。
- (3) 工程①から⑤の化学反応式を 1 つにまとめ、アンモニアソーダ法の全反応式を示しなさい。
- (4) 炭酸ナトリウムの無水物を 10.6 kg 生成するためには、原料の塩化ナトリウムは何 kg 必要になるか答えなさい。ただし、 $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ 、 $Na = 23$ 、 $Cl = 35.5$ 、 $Ca = 40$ とし、有効数字 3 桁で答えなさい。

3. 有機化学

問 3.1 次の各問いに答えなさい。

- (1) C_3H_6 には 2 つの異性体が存在する。化合物の構造と名称を解答欄(1)および(2)に書きなさい。
- (2) 1,5-ジメチルシクロヘキサンの IUPAC 名は間違っている。正しい IUPAC 名を解答欄(3)に書きなさい。
- (3) (*S*)-2-ブタノールの構造を解答欄(4)に書きなさい。
- (4) ヘキサンと 2,3-ジメチルブタンの組み合わせにおいて、沸点が高い化合物はどちらか。沸点の高い化合物名を解答欄(5)に書きなさい。
- (5) 1-クロロプロパンを C1-C2 結合に沿って眺め、最も安定な立体配座の Newman 投影式を解答欄(6)に、最も不安定な立体配座の Newman 投影式を解答欄(7)に書きなさい。
- (6) (2*Z*,4*E*)-2-ブロモ-2,4-ヘキサジエンの構造を解答欄(8)に書きなさい。
- (7) *trans*-1,4-ジメチルシクロヘキサンの二つのいす形配座において、安定な配座を解答欄(9)に不安定な配座を解答欄(10)に書きなさい。

問 3.2 次の各反応で生成する有機化合物の構造を書きなさい。

- (1) 1-ペンテンを H_2O 、 H_2SO_4 で反応させたときの生成物の構造を解答欄(1)に、また、1-ペンテンに BH_3 の後、 H_2O_2 、 OH^- で反応させたときの生成物の構造を解答欄(2)に書きなさい。
- (2) 1-ブロモ-1-メチルシクロペンタンから HBr が E1 脱離する反応の主生成物の構造を解答欄(3)に副生成物の構造を解答欄(4)に書きなさい。
- (3) $(CH_3)_3CBr$ と H_2O の反応における S_N1 反応の生成物の構造を解答欄(5)に、E1 反応の生成物の構造を解答欄(6)に書きなさい。
- (4) 酢酸エチルに $NaOEt$ を作用させ、その後、酸性水溶液によりプロトン化を行う事で得られる生成物の構造を解答欄(7)に書きなさい。
- (5) ベンゼンをプロピルベンゼンに変換する 2 段階の反応式を解答欄(8)に書きなさい。
- (6) プロパナールを Wittig 反応剤 ($Ph_3P=CH(CH_2)_4CH_3$) で処理して得られる生成物の構造を立体異性体も含め解答欄(9)および解答欄(10)に書きなさい。