

函館工業高等専門学校 専攻科

令和6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 次の文章を読み、続く設問(1)～(6)に答えなさい。

プロタミンは、魚類、鳥類、哺乳類等の精子核中で DNA と結合している①タンパク質である。1869年、F. Miescherによりサケ精子頭部から最初に発見され、その後、ニシン、ニジマス、マグロなど約50種以上の魚類にプロタミンが見つかっている。プロタミンには、インスリンの血糖値降下作用を長時間持続させる効果があることから、糖尿病薬のインスリン製剤に利用されている他、微生物に対しては抗菌活性が認められ、天然物由来の食品保存料としても広く利用されている。またプロタミンは、*Bacillus* 属細菌や乳酸菌などの②に対しては強い抗菌活性を示すが、③に対しては活性が弱い。そこで、プロタミンを酵素で分解し、その分解物について抗③活性を調べると、サケ由来プロタミン中に存在する14残基からなるペプチド(図1)に抗③活性があることが分かった。さらに、そのN末端の4残基を除いた下線部10残基には口腔カンジダ症への改善効果が認められた。この発見により、口腔衛生問題をサポートするタブレットの開発が実現した。

*¹ *² *³ R R R R R G G R R R R
gtg tcc cga cgt cgt cgc agg aga gga ggc cgc agg agg cgt

図1 サケ由来プロタミンを酵素分解して得られたペプチドのアミノ酸配列（上段）とその塩基配列（下段）

表1 コドン表 (U=Tとして考える)

		2番目の塩基					
		U	C	A	G		
1番目の塩基	U	UUU } Phe UUC } UCC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } 終止 UAG }	UGU } Cys UGC } UGA } 終止 UGG } Trp	U C A G	
	C	CUU } CUC } Leu CCC } CUA } CUG }	CCU } CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } CGA } CGG }	U C A G	3番目の塩基
	A	AUU } AUC } Ile AAC } AAA } AUG } Met	ACU } ACC } ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G	
	G	GUU } GUC } Val GCC } GUA } GUG }	GCU } GCC } GCA } GGA } GGC }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } GGA } GGG }	U C A G	

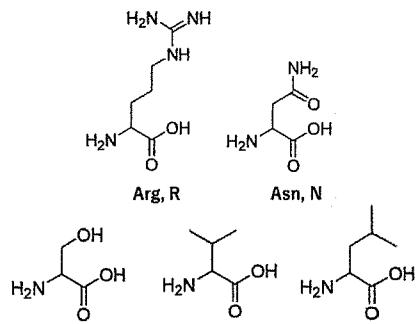


図2 アミノ酸選択肢群

- (1) 図1下段のスペースをはさんで連続する3文字の塩基配列はコドンと呼ばれ、その直上のアミノ酸と対応する。図1上段「*¹ *² *³」にあてはまるアミノ酸を塩基配列から読み解いて、順に1文字表記で答えなさい。なお、解答にはコドン表（表1）、および図2のアミノ酸選択肢群を用いること。
- (2) (1)で答えたアミノ酸配列を持つトリペプチドの化学構造を書きなさい。

(3) タンパク質の性質を表す以下の〔語群〕から、文中空欄①に入る適切な語句を 1 つ選んで答えなさい。

〔語群〕 非極性 ・ 極性無電荷 ・ 塩基性 ・ 酸性

(4) 文中空欄②には厚い細胞壁（ペプチドグリカン層）を持つ細菌の総称が入る。それは何か答えなさい。

(5) 文中空欄③に分類されるものには、酵母、カビ、キノコなどがあげられる。③に入る適切な語句を答えなさい。

(6) 生物を DNA の存在様式の違いから大きく 2 つに分類するとき、(5)を含む方の名称を答えなさい。

問 1.2 光合成に関する以下の各問いに答えよ。

(1) 光合成においてクロロフィルが担っている役割を簡単に述べなさい。

(2) 電子伝達反応（明反応）において、水から電子が引き抜かれて生じる分子は何か、答えなさい。

(3) 明反応で生成され、続く暗反応（炭酸固定反応）で駆動力となる分子 2 種は何か、答えなさい。

(4) 暗反応では炭酸固定が行われる。この時の反応回路の名称を答えなさい。

(5) 炭酸固定反応を触媒している酵素の名称を答えなさい。

(6) 電子伝達反応および炭酸固定反応は、それぞれ葉緑体のどこで行われるか答えなさい。

2. 無機化学

問 2.1 代表的な金属について次の文章を読み、以下の問い合わせに答えなさい。なお、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, ファラデー定数=96500 C/mol, 原子量は Al=27, C=12, O=16 とする。

鉄を加熱すると、912 °Cで体心立方格子(bcc)構造から面心立方(fcc)構造に変化する。鉄原子を球と仮定し、その半径を r とすると、bcc 構造の単位格子の体積 V_{bcc} は(ア)と表せ、fcc 構造の単位格子の体積 V_{fcc} は(イ)とあらわされるが、単位格子中に金属原子が bcc 構造で(ウ)個、fcc 構造で(エ)個含まれることに注意すると、この変化により(a)鉄の体積は減少する。(b)鉄の表面に(オ)をメッキするとトタンになり、(カ)をメッキするとブリキになり、鉄をさびから保護することができる。

アルミニウムを得るには、電解槽に原料(キ)から得た高純度 Al_2O_3 と、融点を下げるために(ク)を加えて、加熱融解した後に炭素電極を用いて溶融塩電解する。陰極では単体のアルミニウムが析出し、陽極では CO または CO_2 が発生する。

- (1) (ア)～(ク)に適切な言葉や数式・文字を答えなさい。
- (2) 下線部(a)について、何%減少するか有効数字1桁で答えなさい。
- (3) 下線部(b)について、メッキした鉄板表面に傷がついて鉄が露出したとき、ブリキとトタンのどちらの方が鉄がさびにくいか。理由とともに答えなさい。
- (4) 10000 A の電流で80時間25分溶融塩電解して得られるアルミニウムは何 kg になるか。また、陽極で発生する気体がすべて COとしたとき、何 kg 発生するか。いずれも有効数字2桁で答えなさい。

問 2.2 CuF_2 結晶に関して以下の問い合わせに答えなさい。

- (1) Cu^{2+} イオンの4d電子数を答えなさい。
- (2) CuF_2 結晶においては Cu^{2+} には6個のフッ化物イオンが配位しているが、 $\text{Cu}\cdots\text{F}$ の結合距離は等価ではなく、六つの結合のうち2つの結合距離は他の4つの結合に比べて長い。このようになる理由を定性的に説明しなさい。

3. 有機化学

問 3.1

(a) ナトリウム Na の基底状態の電子配置を例にならって解答欄(1)に書きなさい。

例) 炭素 $[(1s)^2(2s)^2(2p)^2]$

(b) ジクロロメタン CH_2Cl_2 の点電子構造(Lewis 構造)を解答欄(2)に、アンモニア NH_3 の点電子構造(Lewis 構造)を解答欄(3)に書きなさい。

(c) 分子式 C_3H_8O をもつアルコールの異性体構造を解答欄(4)および(5)に書き命名しなさい。

(d) ブタンを C2-C3 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)に書きなさい。

(e) *trans*-1,2-ジメチルシクロヘキサンの安定ないす型配座を解答欄(7)に、不安定ないす型配座を解答欄(8)に書きなさい(アキシアル、エクアトリアル水素も書くこと)。

(f) (*E*)-2-ペンテンを解答欄(9)に、(*R*)-2-ペンタノールの四面体表示を解答欄(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。

(a) グリニヤール反応を用いて 3-メチル-3-ヘキサノールを合成する方法は 3 通りある。3 通りの合成方法を解答欄(1)、(2)、(3)に書きなさい。なお、グリニヤール試薬は、R-MgBr を使用すること。

(b) 1-ブテンに HCl を作用させたときの主生成物を解答欄(4)に書きなさい。

(c) ベンゼンをルイス酸($FeCl_3$)存在下、塩素(Cl_2)と反応させたときの生成物を解答欄(5)に書きなさい。

(d) (*E*)-3-ヘキセンに、オゾン(O_3)、ついで酢酸中で亜鉛を反応させた時の生成物を解答欄(6)に書きなさい。

(e) 1-メチルシクロヘンテンに、アルカリ性で過マンガン酸カリウムを反応させたときの生成物を解答欄(7)に書きなさい。

(f) あるアルケンをオゾン酸化(O_3)したところアセトアルデヒド(CH_3CHO)のみが得られた。アルケンとして考えられる化合物を解答欄(8)に書きなさい。

(g) 1,3-ブタジエンと 1-プロパンを混合させたところ Diels-Alder 反応が進行した。生成物を解答欄(9)に書きなさい。また、得られた生成物に臭素(Br_2)を作用させ得られる化合物を解答欄(10)に書きなさい。