

函館工業高等専門学校 専攻科

令和7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6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 酵母菌は調味料や発酵食品の製造に深く貢献しているほか、油脂やバイオ燃料など有用資源の生産や生分解性プラスチックの分解、細胞壁成分による免疫賦活効果など、産業的利用価値も高い。酵母菌について、(1)~(4)の問いに答えなさい。

(1) 酵母菌のうち *Saccharomyces cerevisiae* が持つ特徴について、次の①~④の (ア) (イ) のうち正しい方を選び、記号で答えなさい。ただし、一般的な培養条件で培養するものとする。

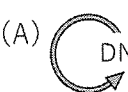
- ① (ア) 真核生物 (イ) 原核生物 ② (ア) 単細胞 (イ) 多細胞
③ (ア) 細菌類 (イ) 菌類 ④ (ア) 出芽で増殖する (イ) 分裂で増殖する

(2) 培養液中の酵母菌の生菌数を調べるため、培養液をよく攪拌した後、生理食塩水で 1000 倍に希釈し、そこから正確に 100 μL を採取して 0.4 % トリパンプブルー溶液 400 μL に懸濁した。この懸濁液を、血球計算盤とカバーガラスの隙間に流し入れ、顕微鏡下で計数を行ったところ、菌は計算盤の 1 区画 (1 mm $\times$ 1 mm の正方形で、深さは 0.1 mm) に平均で 80 個観察され、そのうち 12 個がトリパンプブルーに染色されていた。このとき、①酵母菌の生存率 (%) および②元の培養液 1 mL 中の生菌数を求めなさい。なお、トリパンプブルーは死細胞の細胞膜を透過し、細胞質を青く染色する染色液である。

(3) 酵母菌をある条件下で培養すると、好気呼吸とアルコール発酵を同時に行うことが知られている。いま、酵母菌にグルコースを与えて培養したところ、酸素を 18.5 mL 消費し、二酸化炭素を 40.9 mL 放出していた。このとき、好気呼吸とアルコール発酵で消費したグルコースの総量は何 mg か、小数第一位まで求めなさい。ただし、気体 1 mol の体積は 22.4 L と仮定し、分子量は C = 12.0, H = 1.00, O = 16.0 とする。

(4) ビールや日本酒を作るために、自然界から酵母菌を分離したいと考えている。そこで、酵母菌の生育に適した YPD 培地に自然界から採取したサンプルを入れて振とう培養し、数日後、培養液を顕微鏡で観察したところ、酵母菌と思われる楕円形の細胞の他に、球状や桿状をした 1 ~ 2 μm 程度の小さい菌も観察された。この目的外の微生物の増殖を抑制するために YPD 培地に何かを添加して培養するとすれば、どのようなものが適切か。具体的な物質名を 2 つ挙げ、それぞれ目的外の微生物の増殖を抑制できる理由を説明しなさい。

問 1.2 タンパク質の合成について、次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えなさい。

タンパク質は生命活動を担う重要な物質であり、(A)  DNA (B) → RNA (C) → タンパク質
DNAの塩基配列が①タンパク質の一次構造を決定する。

DNAは体細胞分裂のたびに(A)され、タンパク質が必要なときには、まず、DNAの片方の鎖の塩基配列が mRNA に写し取られる。この過程を(B)といい、核内で行われる。次に、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に置き換えられる。この過程を(C)といい、細胞質基質にある(D)という小器官で行われる。実際には、(B)直後の mRNA は未熟な前駆体であり、その後、5'末端にキャップ構造、3'末端にポリ A テールが付加される他、タンパク質に(C)されないイントロン領域を除去して、タンパク質に(C)される(E)領域のみをつなぎ合わせる(F)という過程を経て②成熟 mRNAとなる。

(1) 文章中の(A)～(F)に当てはまる語句を答えなさい。

(2) 文章中の下線部①を決定するために用いる分析機器または分析方法として、最も適するものを次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|-----------------|---------------|
| (ア) PCR 法 | (イ) プロテインシーケンサー | (ウ) X線結晶構造解析 |
| (エ) SDS-PAGE | (オ) 走査型電子顕微鏡 | (カ) ガスクロマトグラフ |

(3) 下線部②で、ある成熟 mRNA が 480 個の塩基からなるとき、合成されるタンパク質を構成するアミノ酸の個数を求めなさい。ただし、この mRNA の開始コドン(AUG)は先頭から 9 番目から始まり、終止コドンは先頭から 471 番目から始まるものとする。

(4) ヒトの体内ではたらく次の(ア)～(ク)の物質うち、タンパク質ではないものを2つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|-------------|------------|-----------|------------|
| (ア) 免疫グロブリン | (イ) グリコーゲン | (ウ) コラーゲン | (エ) クリスタリン |
| (オ) コレステロール | (カ) グルカゴン | (キ) アミラーゼ | (ク) アクチン |

(5) 成長ホルモンやインスリンなどヒトの有用なタンパク質は、遺伝子組み換え技術により、大腸菌を用いて大量生産されている。次の 1.～7.の文章は、大腸菌にヒトのタンパク質を作らせるときの大まかな手順を示している。文章中の(①)～(③)に当てはまる語句を下の【語群】から選んで答えなさい。

1. ヒトの細胞から mRNA を抽出した後、酵素を用いて cDNA を合成する

2. 1 の塩基配列のうち、大腸菌に作らせたいタンパク質をコードする遺伝子部分のある方法で

増幅させた後、電気泳動を行い増幅した DNA 断片を回収する

3. 特定の塩基配列を認識して切断する (①) を 2 に加えて目的の遺伝子部分を切り出す
4. (②) と呼ばれる小さな環状 DNA も、3 と同じ (①) で切断する
5. 3 と 4 に (③) という酵素を加えて混合し、2 つの DNA の切れ目をつなぎ連結させる
6. 大腸菌と 5 を混合してヒートショックを与え、大腸菌に 5 を取り込ませる
7. 組み換えた (②) DNA を持つ大腸菌を選別して培養し、合成されたタンパク質を精製する

【語群】

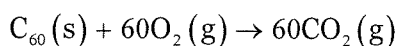
消化酵素	制限酵素	補酵素	アポ酵素	クロマチン	プラスミド
染色体	ヒストン	ヘリカーゼ	リガーゼ	ポリメラーゼ	デヒドロゲナーゼ

2. 無機化学

問 2.1 分子の形状は VSEPR 則 (Valence Shell Electron Pair Repulsion rule、原子価殻電子対反発則) の考え方で説明できる。以下の 2 つの分子について、分子構造を図示し、その右側に形状 (直線形など) を答えなさい。また、分子内の各結合について双極子モーメントの向きを矢印で示し、それぞれの分子が極性分子か無極性分子かを答えなさい。

- (1) アンモニア
- (2) 三フッ化ホウ素

問 2.2 炭素の同素体であるフラーレン C_{60} の燃焼反応は以下のように書ける。



ここで、 C_{60} の標準燃焼エンタルピー変化 $\Delta H_{C_{60}}^\circ = -26110 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。

- (1) 黒鉛 C の標準燃焼エンタルピー変化 $\Delta H_C^\circ = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$ としたとき、1 mol の C_{60} を黒鉛から生成するときの標準反応エンタルピー変化 [kJ] を整数値で求めなさい。
- (2) 同じ圧力のもと、フラーレンあるいは黒鉛が燃焼し、同じ量の二酸化炭素を生じるとき、発生する熱はどちらが大きいのか。

問 2.3 ある金属結晶を X 線回折法で調べたところ、面心立方格子をとり、格子の一辺の長さが $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であることがわかった。また、結晶の密度を測定したところ、 9.0 g cm^{-3} であった。アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ として、次の設問に答えなさい。

- (1) 原子を球として考えたとき、面心立方格子には格子あたり何個の原子が含まれるか答えなさい。
- (2) 単位格子の質量 [g] を求めなさい。
- (3) この金属の原子量を求めなさい。

3. 有機化学

問 3.1

- (1) ブロモシクロヘキサンの安定ないす形配座を解答欄(1)に書きなさい。
- (2) 1-クロロプロパンを C1 - C2 に沿って眺め、最も安定な立体配座を Newman 投影式で解答欄(2)に書きなさい。
- (3) *cis*-1,2-ジメチルシクロプロパンの構造を解答欄(3)に書きなさい。
- (4) マグネシウムの基底状態の電子配置を解答欄(4)に書きなさい。例)炭素 $1s^2 2s^2 2p^2$
- (5) トリメチルアミンの点電子構造(ルイス構造)を解答欄(5)に書きなさい。
- (6) 次の官能基を CIP 則に従って優先順位の高いものから順に並べ解答欄(6)に書きなさい。
-COOH、-CH₂OH、-H、-CHO
- (7) (*S*)-2-ペンタノールを、くさび形の線、実線、破線を用い解答欄(7)に書きなさい。
- (8) プロペン(CH₃-CH=CH₂)の各炭素の混成軌道を解答欄(8)に書きなさい。(sp、sp²、sp³ 混成軌道)
- (9) AlCl₃ はルイス酸であるかルイス塩基であるか解答欄(9)に書きなさい。
- (10) H₃C-MgCl の炭素-マグネシウム間の結合に期待される極性の方向を δ^+/δ^- で解答欄(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) ブタナールを臭素化ホウ素ナトリウム(NaBH₄)で還元したときに得られる生成物を解答欄(1)に書きなさい。
- (2) シクロヘキサノールをクロム酸(CrO₃)で酸化したときに得られる生成物を解答欄(2)に書きなさい。
- (3) ベンゼンを出発物質として *m*-クロロニトロベンゼンの合成法を解答欄(3)に書きなさい。
- (4) シクロヘキサノンへの臭化エチルマグネシウム(CH₃CH₂MgBr)の付加で得られる生成物を解答欄(4)に書きなさい。
- (5) アニリンの臭素化(Br₂)で得られる生成物を解答欄(5)に書きなさい。
- (6) シクロペンタノールを三臭化リン(PBr₃)で処理したときの生成物を解答欄(6)に書きなさい。

- (7) 1-メチルシクロペンテンの酸触媒水和で得られる生成物を解答欄(7)に書きなさい。
- (8) ブタナールのアルドール反応の生成物を解答欄(8)に書きなさい。
- (9) 1,3-ブタジエンは臭素と反応して 1,2-付加体と 1,4-付加体の混合物を与える。生成物を解答欄(9)に書きなさい。
- (10) 2-ブタノールを合成するには、どんなグリニャール試薬とどんなカルボニル化合物から出発したらよいか解答欄(10)に書きなさい。なお、グリニャール試薬は R-MgBr を使用すること。