

令和3年度（10月期入学）及び令和4年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験
問題用紙

専攻名	自然システム学専攻（バイオ工学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ①基礎生物学	P.1 / 7

I. 以下の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

RNA やタンパク質は、DNA のもつ遺伝情報をもとに合成される。遺伝子上流の（ A ）領域に RNA ポリメラーゼが結合して RNA 合成が始まる。真核生物では、合成された RNA はいくつかの加工処理を受けて、成熟 mRNA となる。成熟 mRNA は核から細胞質に運ばれ、（ B ）によってタンパク質の合成が行われる。（ B ）は 80 種類ほどの小型のタンパク質と数種類の（ C ）とからなる大型の複合体で、mRNA 結合部位が 1 か所と（ D ）結合部位が 3 か所ある。（ B ）は mRNA に沿って 5'→3'方向に移動し、メチオニンに対応する開始コドン（ E ）からタンパク質合成が始まる。

問1. （ A ）～（ D ）に当てはまる適切な語を入れなさい。

問2. （ E ）に当てはまる開始コドン3文字を入れなさい。

問3. 下線部について説明しなさい。

令和3年度（10月期入学）及び令和4年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	自然システム学専攻（バイオ工学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ①基礎生物学	P.2 / 7

II. 以下の文章を読み、問1、問2に答えなさい。

遺伝子組換え技術は、動物、植物、微生物の幅広い研究材料において、遺伝子の機能解析に用いられている。遺伝子の機能解析のために、特定遺伝子の働きを抑える目的で、ノックアウト個体や（ A ）によるノックダウン個体が作出されている。また、作物を中心に産業的にも利用されており、他の生物種の遺伝子を導入することで、除草剤耐性や（ B ）などの、本来その植物種が持っていない形質を付加し生産性を向上させた作物が栽培されている。植物の形質転換には、土壌細菌である（ C ）やパーティクルガンを用いる場合が多い。植物の形質転換に用いる（ C ）は、Tiプラスミドを有しており、Tiプラスミド上の（ D ）領域が植物細胞の核に移行し、染色体に組み込まれる。遺伝子組換え植物個体を得るためには、植物の葉やカルスに（ C ）を感染させた後、遺伝子を導入した植物細胞を選抜して、植物個体の再分化を誘導する。培地中の（ E ）の濃度を巧みに調節して、細胞から植物個体を再分化させる。

問1. 文中の（ A ）～（ E ）に入る適切な語を答えなさい。

問2. 下線部のノックアウトとノックダウンの違いについて説明しなさい。

問題用紙

専攻名 自然システム学専攻(バイオ工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目
①基礎生物学

P.3 / 7

III. 以下の問1～問3に答えなさい。

問1. ある生物5個体を, 孵化から一定の日数, 同じ条件で飼育した結果, それらの体長が4.0 cm, 4.0 cm, 5.0 cm, 6.0 cm, 7.0 cmになったとする。このとき, 体長の標本平均を答えなさい。

問2. 問1の条件で飼育した生物の体長のパラメーターとして, 母平均を考える。ここで, 5個の数値を $y_1 = 4.0$, $y_2 = 4.0$, $y_3 = 5.0$, $y_4 = 6.0$, $y_5 = 7.0$ と表し, 母平均を μ と表すとする。このとき, 5個の数値と母平均の差の2乗和である $\sum_{i=1}^5(\mu - y_i)^2$ を最小化することにより, μ を推定しなさい。ただし, 途中の計算過程も書くこと。

問3. ある生物の孵化後の日数 x と体長 y に関する n 組の測定値について, 単回帰直線 $y = ax + b$ を求めることにより, x と y の関係を直線で近似することを考える。ここで, i 番目の測定値の組は (x_i, y_i) で表現され, i は $1 \leq i \leq n$ を満たす整数である。また, \hat{y}_i は x_i に対する回帰直線上の値であり, $\hat{y}_i = ax_i + b$ が成り立つとする。このとき, y の測定値である y_i と \hat{y}_i の差の2乗和である $\sum_{i=1}^n(\hat{y}_i - y_i)^2$ を最小化することにより, a と b のそれぞれを, x_i と y_i と n を含む式として求めなさい。ただし, 途中の導出過程も書くこと。

専攻名 自然システム学専攻(バイオ工学コース)(一般選抜)

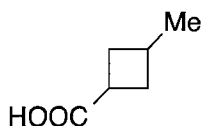
試験科目名 専門科目
②基礎化学

P.4 / 7

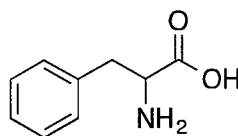
IV. 以下の問1, 問2に答えなさい。

問1. 以下の化合物の立体異性体について, 実線のくさび形および破線のくさび形を用いてすべて書き出さなさい。

(1)

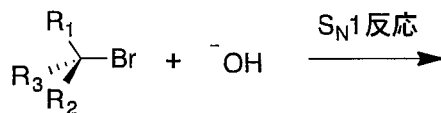


(2)

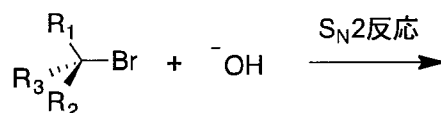


問2. 以下の反応について, 生成物を書き出さなさい。生成物に異性体が存在する場合にはそれらを区別できるようにすべて書き出さなさい。また, すべての反応において, 巻き矢印(曲がった矢印)を使って電子の移動を明記しなさい。

(1)



(2)



問題用紙

専攻名 自然システム学専攻（バイオ工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
②基礎化学 P.5 / 7

V. 以下の問1～問3に答えなさい。

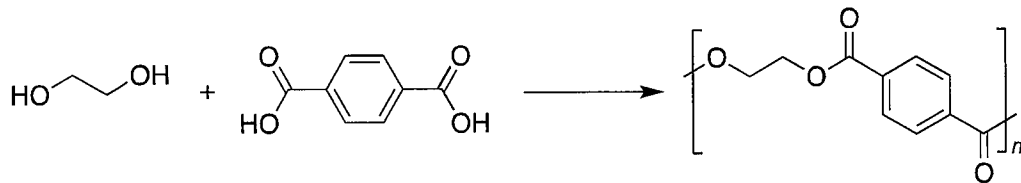
問1. 次の文章の（A）～（D）の空欄を埋めるのに適切な語句を以下の用語より選択しなさい。

用語：開環重合、ラジカル重合、重付加、連鎖重合

単量体から高分子を合成する重合反応は、その重合機構の違いによって逐次重合と（A）に大別される。逐次重合には重合の際に水のような低分子化合物の脱離を伴う重縮合、脱離を伴わない（B）などがある。一方、（A）には、少量の開始剤によって反応が進行する付加重合や（C）があり、いずれも反応活性種の違いによって（D）、カチオン重合、アニオン重合、配位重合などに細分化される。

問2. 高分子の数平均分子量と重量平均分子量の定義を説明しなさい。

問3. 次の反応式で表されるエチレングリコールとテレフタル酸の脱水重縮合を考える。



重合度 n のポリエチレングリコール 1 分子あたりの平均繰り返し単位数、つまり数平均重合度 \bar{P}_n は、原料であるエチレングリコールとテレフタル酸の初濃度が等しいとき、反応した官能基の割合（反応度） p を用いて、次式で与えられる。

$$\bar{P}_n = \frac{1}{1-p}$$

ポリエチレングリコールの数平均分子量を 1.92×10^5 まで高めるのに必要な反応度 p を求めなさい。

令和3年度（10月期入学）及び令和4年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験
問題用紙

専攻名 自然システム学専攻（バイオ工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
②基礎化学

P.6 / 7

VI. 以下の文章を読み、問1、問2に答えなさい。

化学反応速度は、反応系を構成する化学種の濃度の関数であり、また反応系の温度や圧力によっても変化する。例えば2次反応では、反応分子が互いに衝突し、反応の障壁である活性化エネルギーを超えることにより反応が進行する。反応分子 A, B の濃度を $[A]$ および $[B]$ とすると、2次反応の反応速度の微分形は $-d[A]/dt = k[A][B]$ と表される。

問1. 1次反応における半減期 $\tau_{1/2}$ と寿命 τ はそれぞれ $\tau_{1/2} = (\ln 2)/k$, $\tau = 1/k$ と表されることを導きなさい。

問2. ある1次反応の活性化エネルギーが $20 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であるとき、 40°C における半減期は 60°C における半減期の何倍か求めなさい。ただし気体定数として $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いなさい。

問題用紙

専攻名 自然システム学専攻(バイオ工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目
③生物工学

P.7/7

VII. 以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

攪拌槽型培養器を用いて大腸菌の連続培養を行う。培養液体積 $V=10\text{L}$ である。供給糖液(無菌)の糖濃度 $S_F=10\text{g/L}$ 、流量 $F=5.0\text{L/h}$ である。培養液は完全に混合しており、供給糖液と同じ流量で培養器から抜き取られる。また、培養液中の糖濃度 $S[\text{g/L}]$ 、菌体濃度 $X[\text{g/L}]$ 、培養液体積 V は培養時間 $t[\text{h}]$ によらず一定で定常状態とみなせる。

用いた大腸菌の比増殖速度 μ [$\text{g-cell}/(\text{g-cell}\cdot\text{h})$] は Monod 式 $\mu = \mu_{\max} S/(K_S + S)$ に従うとし、Monod 式のパラメーターは $\mu_{\max} = 1.0\text{h}^{-1}$ 、 $K_S = 2.0\text{g/L}$ である。また、用いた大腸菌の糖の比消費速度は ν [$\text{g-glucose}/(\text{g-cell}\cdot\text{h})$] とする。また、菌体の対糖収率 $Y_{X/S} = \mu/\nu = 0.50\text{g-cell/g-glucose}$ である。

問1. 希釈率 $D[\text{h}^{-1}]$ の値を求めなさい。

問2. 培養液中の菌体および糖に関する物質収支式をそれぞれ記述しなさい。

問3. 大腸菌の比増殖速度 μ [$\text{g-cell}/(\text{g-cell}\cdot\text{h})$] の値を求めなさい。

問4. 培養液中の糖濃度 $S[\text{g/L}]$ および菌体濃度 $X[\text{g/L}]$ の値を求めなさい。

問5. ウォッシュアウトが起こらない希釈率の上限値 $D_{\text{cri}}[\text{h}^{-1}]$ の値を求めなさい。

令和3年度（10月期）及び令和4年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程
（一般選抜・特別選抜）

問題訂正について

専門科目 ②基礎化学

P. 5 / 7 大問Vの間3の2行目と5行目（2か所）

誤 ポリエチレングリコール

正 ポリエチレンテレフタレート