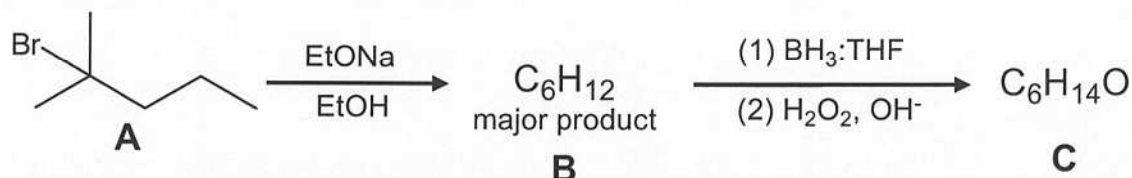


農芸化学基礎

Agricultural & Biological Chemistry

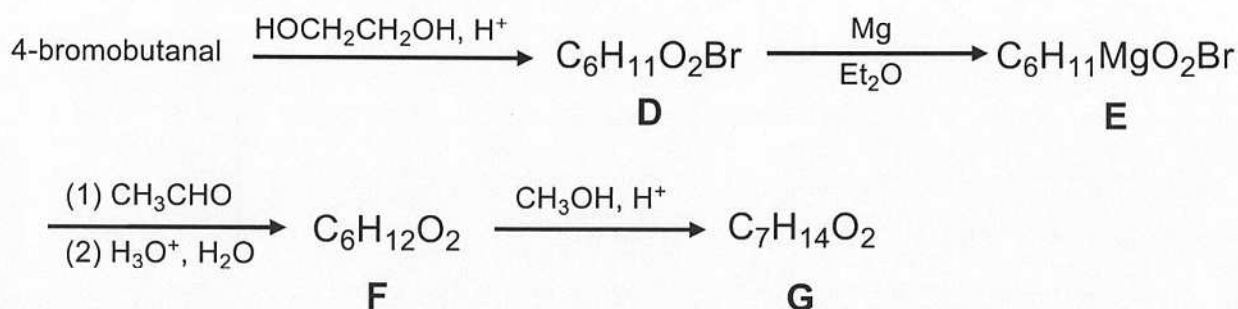
第1問 次の反応について以下の問いに答えよ。



問1 化合物AのIUPAC名（英語表記）を記せ。

問2 化合物BおよびCの構造式を記せ。なお、立体異性体は考慮しなくてよい。

第2問 次の合成反応における化合物DとGはTollens試験に陰性であり、化合物Fは陽性である。化合物D～Gの構造式を記せ。なお、立体異性体は考慮しなくてよい。

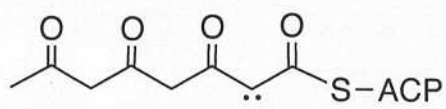


第3問 次の英文はポリケチド生合成経路についての記述である。以下の問いに答えよ。

James R. Hanson; Natural Products: the Secondary Metabolites (2003)より引用、一部改変

問1 この英文を和訳せよ。

問2 この英文に記載の反応の出発物質が下記の化合物である場合、下線部①、②に対応する化合物の構造式を記せ。なお、反応はACP (acyl carrier protein) に結合したまま進行するものとする。



ACP : acyl carrier protein

農芸化学基礎

Agricultural & Biological Chemistry

第4問 L-グルタミン酸（ α -カルボキシ基の pK_a は 2.1, 側鎖の pK_a は 4.1, α -アミノ基の pK_a は 9.5）と L-イソロイシン（ α -カルボキシ基の pK_a は 2.3, α -アミノ基の pK_a は 9.7）に関する以下の問いに答えよ。

問1 pH 6.8 の条件で上記2つのアミノ酸の電気泳動を行ったとき、予想される結果として最も適切なものを以下の選択肢からそれぞれ1つ選び記号で記せ。

（あ）陽極側に移動する （い）陰極側に移動する （う）移動しない

問2 pH 13 の条件において最も豊富に存在する L-グルタミン酸の化学種の構造をフィッシャー投影式で示せ。

問3 細胞質中に存在する球状タンパク質の構造内部にアミノ酸残基として豊富に含まれるアミノ酸は、上記2つのうちどちらと考えられるか。その理由とともに答えよ。

第5問 コラーゲンのヘリックス構造の安定化機構について説明せよ。

第6問 以下の問いに答えよ。

問1 α -D-グルコピラノースの結晶を溶かした水溶液は、時間の経過により旋光度が徐々に変化していく変旋光と呼ばれる現象を示す。その理由を説明せよ。

問2 光学活性を示す糖類のすべてが変旋光を示すわけではない。その理由を具体的な例を挙げて説明せよ。

第7問 次の文章を読み、問いに答えよ。

Berg *et al.*, Biochemistry, Seventh edition より引用, 一部改変

問1 下線部を和訳せよ。

問2 に入る化合物名を答えよ（日本語・英語どちらでも可）。

農芸化学基礎

Agricultural & Biological Chemistry

第8問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

大腸菌のラクトースオペロンでは、ラクトースの存在に応じて遺伝子の転写が制御される。オペロン上の遺伝子である *lacZ*, *lacY*, *lacA* の転写は（ **ア** ）と呼ばれる酵素が行う。この酵素のプロモーターへの結合は、調節タンパク質の影響を受ける。ラクトースが存在しない場合、（ **イ** ）と呼ばれるタンパク質がオペレーターに結合し、（ **ア** ）による転写開始を阻害する。（ **イ** ）は *lacI* という遺伝子にコードされるタンパク質であり、調節対象の遺伝子と同じ DNA 分子上に存在する必要がない（別の DNA 分子上にあっても作用できる）ものであることから、（ **ウ** ）因子と分類される。一方、オペレーターは DNA 配列で、調節対象の遺伝子と同じ DNA 分子上に存在し、（ **エ** ）因子と呼ばれる。ラクトースが存在すると、ラクトースが（ **イ** ）に結合し、その構造を変化させ、オペレーターへの結合が解除されることで転写が開始される。また、グルコースが存在しないときは、（ **オ** ）と呼ばれる調節タンパク質が cAMP と結合することで活性化し、プロモーター近傍に結合することで、（ **ア** ）による転写を促進する。このように正の制御を行う転写調節因子のことを（ **カ** ）という。

問1 文章中の**ア～カ**にあてはまる語句を記せ。

問2 ラクトースオペロンでは、ラクトース存在下で遺伝子の転写が開始されるが、ラクトースとグルコースが同時に存在するときはその転写が抑制される。このようにグルコースの存在によって他の糖の代謝遺伝子の発現が抑制される仕組みを何というか。

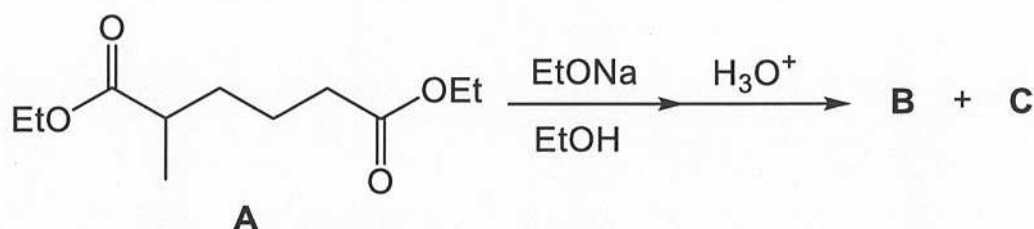
問3 トリプトファンオペロンもラクトースオペロンと同様にオペロン構造を持ち、転写調節因子を介した転写調節を行っている。トリプトファンオペロンの調節の仕組みを、ラクトースオペロンとの違いに着目して説明せよ。

第9問 以下の英文を和訳せよ。

有機化学
Organic Chemistry

第1問 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

化合物 **A** を塩基存在下で加熱した後に酸性にすると、生成すると予想できる化合物として **B** と **C** が考えられるが、実際には化合物 **B** しか得ることができない。

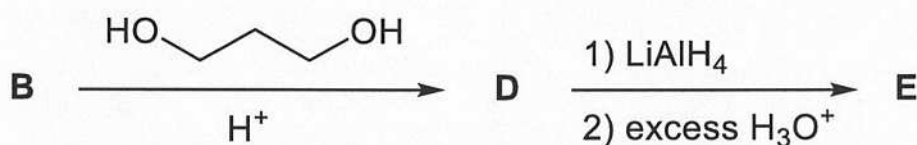


問1 化合物 **A** の IUPAC 名（英語表記）を記せ。

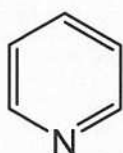
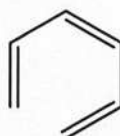
問2 化合物 **B** が生成する反応について、その反応機構と化合物 **B** の構造式を記せ。

問3 化合物 **C** はなぜ生成しないのか理由を記せ。もし生成した場合の構造を記せ。

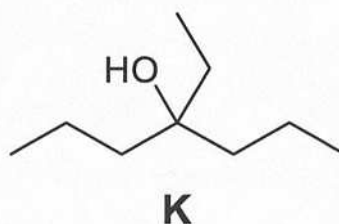
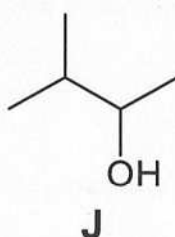
問4 次の反応において生成する化合物 **D** と **E** の構造式を記せ。



第2問 化合物 **F**～**I** について、芳香族性を示すかどうか、その理由とともに記せ。

**F****G****H****I**

第3問 炭素数が4以下のアルコールを用いて次の化合物 **J** および **K** を合成したい。それぞれの合成経路を記せ。炭素源として炭素数4以下のアルコールを用いるが、それ以外の試薬や溶媒は何を用いてもよい。



生物化学

Biological Chemistry

第1問 ミカエリス・メンテンの反応速度論に当てはまる、ある酵素の K_m が $1.0 \mu\text{M}$ であった。また、基質濃度が $100 \mu\text{M}$ のとき、初速度は $0.10 \mu\text{M} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。この酵素に関する以下の問いに答えよ。ただし、有効数字は2桁とする。

問1 基質濃度が 1.0 mM のときの初速度を記せ。

問2 基質濃度が $1.0 \mu\text{M}$ のときの初速度を記せ。

問3 基質濃度が $2.0 \mu\text{M}$ のときの初速度を記せ。

問4 競合阻害剤が存在する場合に、この酵素の初速度はどのように変化するか、説明せよ。

第2問 脂肪酸の酸化について、以下の問いに答えよ。

問1 脂肪酸は酸化に先立って活性化される必要がある。この活性化反応を説明せよ。

問2 1) パルミチン酸（炭素数 16 の飽和脂肪酸）、2) オレイン酸（炭素数 18 の1価不飽和脂肪酸, 18:1, n-9）は、完全酸化までに何サイクルの β 酸化を受けるか。その回数をそれぞれ記せ。

問3 1) パルミチン酸、2) オレイン酸のそれぞれ1分子が完全酸化された場合にできる ATP の分子数を記せ。ただし、クエン酸回路は十分に機能しており、NADH および QH_2 (FADH_2) 1分子の電子伝達系による酸化からは、ATP がそれぞれ 2.5 分子および 1.5 分子生成するものとする。

第3問 脂肪細胞においてアドレナリンが誘導するトリアシルグリセロールの分解について、そのシグナル伝達機構（受容体から分解酵素まで）を説明せよ。

応用微生物学
Applied Microbiology

第1問 ワイン、ビール、清酒に関する以下の問いに答えよ。

問1 赤ワインは白ワインにはない独特の色と渋味を持つ。これは何に由来するのか。原材料に含まれる成分に基づいて説明せよ。

問2 ビールの製造工程において、ホップに由来する成分はどのような役割を果たしているか説明せよ。

問3 清酒醸造の初発段階においてデンプンの糖化を行うこうじ菌の学名を答えよ。

問4 清酒醸造の最終段階における火入れ工程の意義を説明せよ。

第2問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

大腸菌のイソクエン酸脱水素酵素は、 NADP^+ 依存性のイソクエン酸の脱水素反応を触媒して2-オキソグルタル酸を生成する。この酵素はクレブス回路を構成する酵素の1つであり、脱炭酸反応を伴う不可逆な反応を触媒する（図1）。

問1 脱炭酸反応が起きる理由を説明せよ。

問2 イソクエン酸分子中の脱水素される水素と脱炭酸されるカルボキシ基をそれぞれ四角で囲みなさい。

問3 不可逆反応によってクレブス回路を駆動する酵素をイソクエン酸脱水素酵素以外に2つ挙げよ。

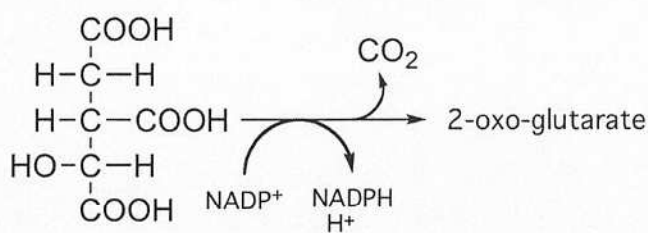


図1

第3問 27°C で培養している酵母の細胞内においてATP、ADP、リン酸(Pi)の濃度は、それぞれ3.3 mM、1.1 mM、6.0 mMであった。この条件において細胞内ATPが加水分解されときの自由エネルギー変化 ΔG (kJ/mol)を下記の式1を用いて計算して、有効数字2桁で答えよ。なお 27°C においてATPの加水分解の標準自由エネルギー変化 $\Delta G^\ominus$ は -30.1 kJ/molである。気体定数 R は 8.3 J/K $\cdot$ mol、絶対温度 T は $(273 + ^\circ\text{C})$ Kとして計算せよ。なお、必要であれば $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$ を用いても良い。

$$\Delta G = \Delta G^\ominus + 2.3RT \log_{10} ([\text{ADP}][\text{Pi}]/[\text{ATP}]) \quad \text{----- (式1)}$$