

2026年度 高知大学大学院総合人間自然科学研究科
理工学専攻(修士課程)第1次募集入学試験

< 一般選抜 >
理工学専攻 化学生命理工学コース

専門科目

問題冊子

試験時間 120分

問題冊子… 全12枚(表紙を含む)

次の7科目から3科目を選択解答すること。

試験科目	問題用紙の枚数
分析化学	1枚
無機化学	1枚
物理化学	1枚
有機化学	2枚
分子生物学	2枚
生化学	2枚
細胞機能学	2枚

注意事項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始直後、問題冊子、解答冊子を確認すること。
3. 試験中に、問題冊子・解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答した科目について、解答冊子の表紙の選択した科目欄に○印を記入すること。
5. 解答用紙の所定の受験番号欄のすべてに受験番号を記入すること。なお、解答用紙には、必要事項以外は記入しないこと。
6. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
7. 解答冊子の各ページは、切り離さないこと。
8. 配付された解答冊子は、持ち帰らないこと。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。
10. 試験終了後、指示があるまでは退室しないこと。

(全12枚のうち1枚目)

1 リン酸 0.10 M を含む pH 2 の水溶液中における 4 種類の化学種 (H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) の平衡濃度を計算過程とともに有効数字 3 桁で答えよ。なお、リン酸の酸解離定数は $K_{a1} = 1.1 \times 10^{-2}$, $K_{a2} = 7.5 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}$ とする。(40 点)

2 エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) 水溶液を用いたカルシウムイオン (Ca^{2+}) の滴定実験を行った。EDTA と Ca^{2+} の錯体である Ca-EDTA^{2-} の生成定数は 5.0×10^{10} であり、pH 10 における EDTA^{4-} の存在割合は 0.35、条件付き生成定数は 1.8×10^{10} である。pH 10 の 0.05 M Ca^{2+} 水溶液 100 mL に 0.10 M EDTA 水溶液を(1)~(3)の量で加えた際の pCa を計算過程とともに有効数字 3 桁で答えよ。(30 点)

- (1) 0.0 mL
- (2) 50 mL
- (3) 100 mL

3 亜鉛イオン (Zn^{2+}) を含む 10 mL の水溶液を、キシレノールオレンジ (XO) 指示薬を用いて、pH 5.3 の条件下で 0.10 M EDTA 水溶液で滴定したところ、1.50 mL を要した。この Zn^{2+} を含む水溶液の 100 mL を 20% トリブチルリン酸のベンゼン溶液 20 mL で 5 回抽出した。抽出後の水層 50 mL を同じ濃度の EDTA 水溶液で滴定すると、滴定値は 1.40 mL であった。 Zn^{2+} の分配比 (D) を計算過程とともに有効数字 3 桁で答えよ。(30 点)

1 窒素分子 (N_2) に関する以下の各問いに答えよ。(30点)

- (1) N_2 の基底状態の分子軌道のエネルギー準位図を描け。
- (2) (1) の図をもとに、 N_2^- の結合次数と不対電子数を答えよ。

2 格子欠陥で見られる化学量論的欠陥と非化学量論的欠陥の違いについて、例を挙げて説明せよ。(20点)

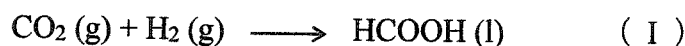
3 次の語句について説明せよ。(20点)

- (1) キレート効果
- (2) 電荷移動遷移

4 金属錯体に関する以下の各問いに答えよ。(30点)

- (1) チオシアン酸イオン (SCN^-) は、硫黄あるいは窒素のどちらの原子でも金属イオンに配位することができる。このような配位子を含む錯体で生じる異性体を何というか。
また、Pt(II) 錯体では、どちらの原子で配位する場合が多いかを理由とともに答えよ。
- (2) $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$ と $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ の電子状態の違いについて説明し、それぞれの有効磁気モーメントをスピン・オンリー式に基づき求めよ。

- 1 二酸化炭素と水素からギ酸への反応は式 (I) で表すことができる。気体定数を $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ として、以下の各問いに有効数字3桁で答えよ。計算過程も記せ。必要であれば表の値を用いてもよい。(60点)



物質	$\Delta H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$	- 393.51	213.74
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130.684
$\text{HCOOH}(\text{l})$	- 424.72	128.95

- (1) 標準エンタルピー変化 (ΔH°) を求めよ。
- (2) 標準エントロピー変化 (ΔS°) を求めよ。
- (3) 標準ギブスエネルギー変化 (ΔG°) を求めよ。
- (4) 標準状態での圧平衡定数 (K_p) を求めよ。

- 2 メタンを基質とする一次反応の反応速度式は、反応速度定数を k として、式 (II) のように表すことができる。反応時間 t におけるメタンの濃度を $[\text{CH}_4]$ 、 $t=0$ のときのメタンの濃度を $[\text{CH}_4]_0$ として、以下の各問いに答えよ。(20点)

$$-\frac{d[\text{CH}_4]}{dt} = k[\text{CH}_4] \quad (\text{II})$$

- (1) 反応速度式を変形し、 $[\text{CH}_4]$ を $[\text{CH}_4]_0$ を使って表せ。
- (2) この反応の半減期 ($t_{1/2}$) を、 k を使って表せ。

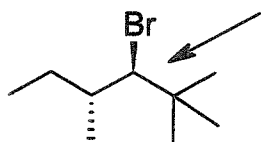
- 3 ラマン散乱とレイリー散乱の違いを記述せよ。(20点)

1 次の化合物の構造を描け。(20点)

- (a) (Z)-2-methylpent-2-en-1-ol (b) (R)-4-chlorodecane
 (c) *p*-fluorobenzaldehyde (d) methyl 3-methylheptanoate
 (e) (1*R*, 2*R*)-1-bromo-2-methylcyclopropane

2 有機化合物について、以下の各問いに答えよ。(15点)

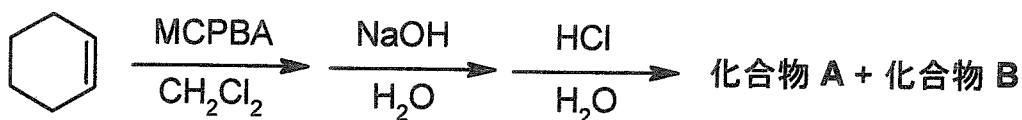
- (1) *trans*-1,4-dimethylcyclohexane の安定なイス形配座を描け。
 (2) 下図の化合物を矢印の方向から見たときの Newman 投影式を描け。



- (3) 下図の4つの化合物を pK_a 値の大きい順に並べよ。

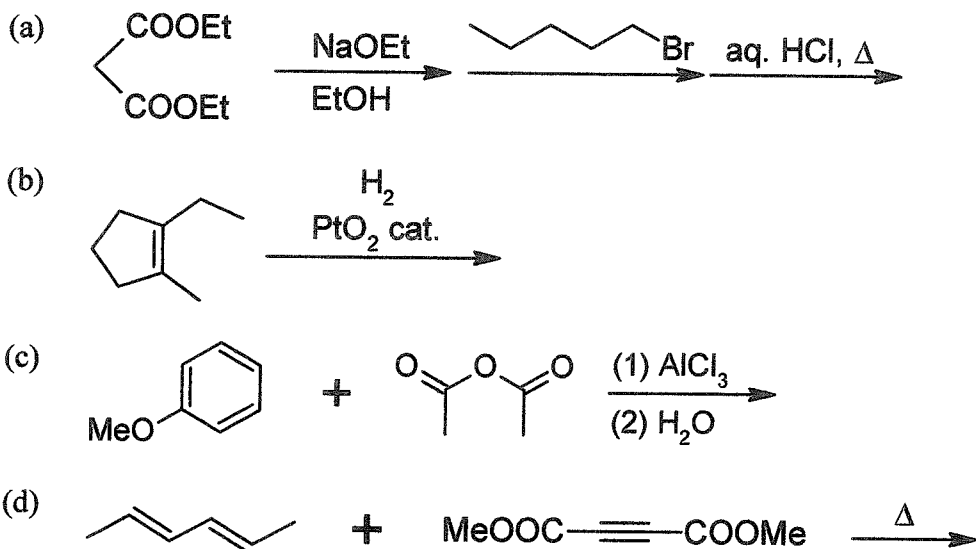


3 次の反応を行ったところ、互いにエナンチオマーの関係にある化合物 **A** および **B** が生成した。これについて以下の各問いに答えよ。(20点)

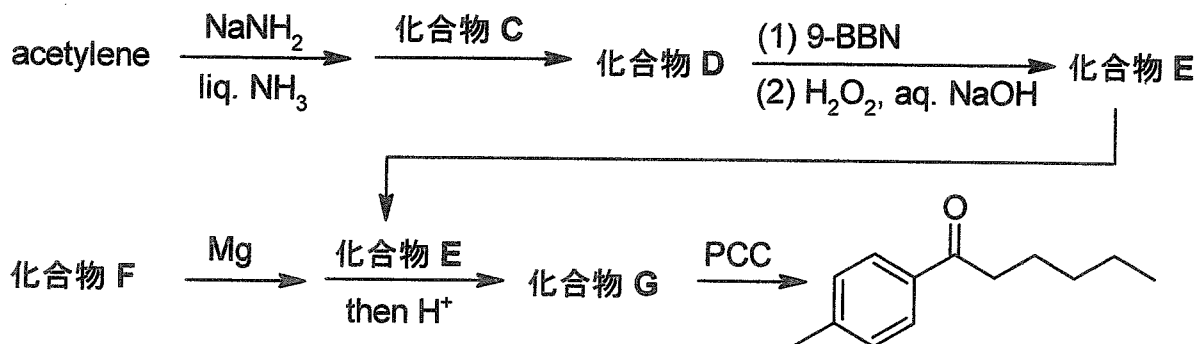


- (1) 化合物 **A** と **B** の構造を立体化学がわかるように描け。
 (2) 化合物 **A** と **B** の生成比を答えよ。
 (3) その生成比になる理由を、反応機構がわかる図と文章で説明せよ。

- 4 次の反応で得られる主生成物の構造を描け。ただし、立体化学が決まるものについては、その立体化学がわかるようにすること。ラセミ体 that 得られる場合はエナンチオマーの片方のみを描くだけで良い。(20点)



- 5 下図の合成ルートについて、以下の各問いに答えよ。なお、アセチレン以外の炭素源としては臭化物を用いているものとする。(25点)



- (1) 化合物 C~G の構造を描け。
- (2) アセチレンから化合物 D を合成するまでの二段階の反応について、反応機構を描け。

1 下記の (1) ～ (5) の各問いに答えよ。(50点)

- (1) エクソンの混ぜ合わせ (exon shuffling) と選択的スプライシングはどう違うか説明せよ。
- (2) リボソーム RNA (rRNA) とトランスファーRNA (tRNA) 以外に、ゲノムから転写される非コード RNA (non-coding RNA) の例を 1 つあげて、その名称と生物学的な役割を説明せよ。
- (3) DNA の二本鎖切断の 2 種類の修復方法の名称を述べよ。どちらが正確か、それがなぜかも説明せよ。
- (4) プラスミドとウイルスの違いを 1 つ説明せよ。
- (5) 校正と誤対合修復 (ミスマッチ修復) の違いを説明せよ。

2 以下の(1)～(10)は、遺伝子発現に関する記述である。それぞれの文について、その下線部が正しい場合には「○」、誤りが含まれる場合には「×」を記入しなさい。また、下線部に誤りが含まれる文については、下線部を正しい内容に書き換えなさい。なお、いずれの文も、現時点での一般的な分子生物学的知見に基づいて判断すること。(50点)

- (1) DNAメチル化は一般に遺伝子の活性化に関与する。
- (2) ヒストンはDNAと結合してヌクレオソームを形成し、染色体構造を形成する。
- (3) ヒストン脱アセチル化はクロマチン構造を緩め、転写を促進する。
- (4) プロモーター配列は翻訳の開始に関与する。
- (5) エンハンサーはプロモーターの上流に存在しなければならない。
- (6) 転写中に合成されるRNAは、DNAのセンス鎖を鋳型として合成される。
- (7) 真核生物では、すべてのイントロンが自己スプライシングによって除去される。
- (8) 翻訳開始には、リボソームがmRNAの3'末端から5'方向に移動してスタートコードンを探索する。
- (9) リボソームのA部位にはアミノアシルtRNAが結合し、P部位ではペプチド結合形成が進行する。
- (10) 真核細胞では、リボソームは核内で翻訳を行う。

1 以下の各問に答えよ。(50点)

- (1) 20 mL の 100% 酢酸 (CH_3COOH) に水を加えて 1 M 酢酸を調製したい。最終的に何 mL になるまで水を加えれば良いか。但し、酢酸の分子量は 60, 100% 酢酸の比重は 1.05 とする。
- (2) 200 mM 酢酸 (CH_3COOH) の pH を計算せよ。但し、酢酸の $\text{pK}_a = 4.76$, $\log 2 = 0.30$ とする
- (3) 0.41 g の CH_3COONa (酢酸ナトリウム: 分子量 82) に, 1 M CH_3COOH を 10 mL 加え, 更に最終的に 100 mL になるまで水を加えたときの pH を計算せよ。但し, 酢酸の $\text{pK}_a = 4.76$, $\log 2 = 0.30$ とする。
- (4) ミオグロビン (Mb) の自動酸化は一次反応であることが知られており, ある生物の酸素結合型 Mb (oxy Mb) は, 25°C では速度定数 $k = 0.0345 \text{ min}^{-1}$ で met Mb に変わる。oxy Mb を 25°C で 1 時間放置すると, oxy Mb の量は初期状態の何%になるか。但し, $\ln 2 = 0.69$ とする。
- (5) 分光学において, パーセント透過率と吸光度 (absorbance) とは, 各々どのような値かを説明せよ。

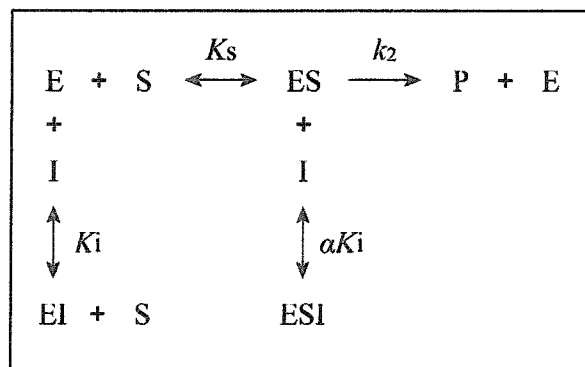
2 酵素反応速度論に関する以下の文章を読み、各問に答えよ。(50点)

単純な1基質の酵素反応は次式(式1)で表すことができる。



ここでEは酵素、Sは基質、ESは酵素-基質複合体、Pは生成物を示し([E], [S], [ES], [P]は各々のモル濃度)、 k_1 , k_{-1} , k_2 は各々の反応の速度定数である。反応の第一段階において、 (k_{-1}/k_1) は「解離定数」とよばれ、通常 K_s と示される。

酵素の阻害様式は、大きく3種類に分けられる。1つ目は、阻害剤が基質と競合し、酵素の基質結合部位に結合する場合で「競合阻害」とよばれる。2つ目は、阻害剤が酵素-基質複合体のみに結合し、酵素反応を阻害する場合で「反競合阻害」とよばれる。3つ目は、阻害剤が酵素にも酵素-基質複合体にも結合し、酵素反応を阻害する場合で「混合阻害」とよばれる。これらをまとめたものが以下のscheme 1である。

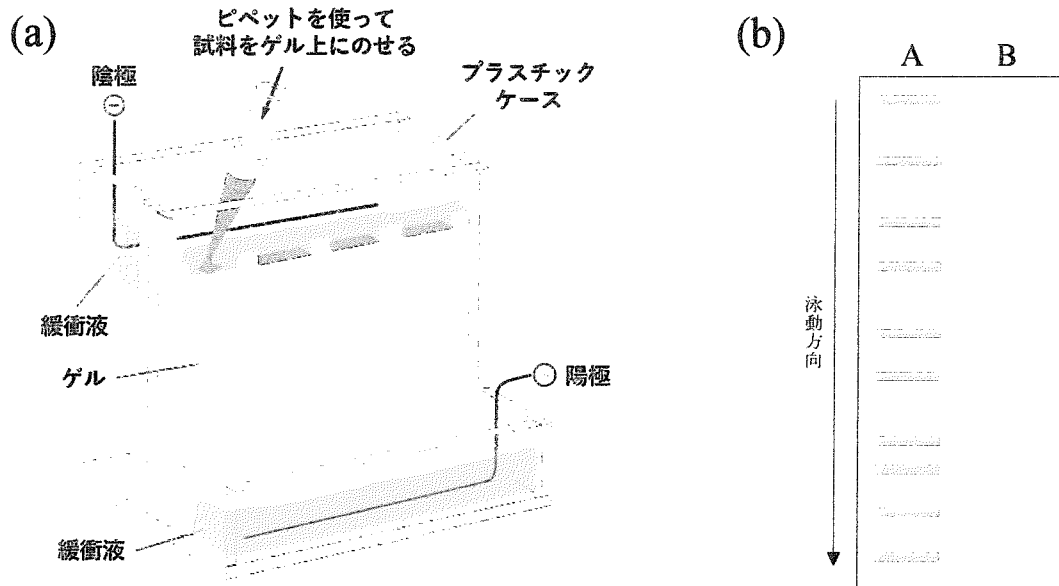


scheme 1

ここで、Iは阻害剤、EIは酵素-阻害剤複合体、ESIは酵素-基質-阻害剤複合体を示し、 K_i は阻害定数(酵素と阻害剤との解離定数)であり、係数 α は阻害様式によって変わる。

- (1) K_s (解離定数) を[E], [S], [ES]の関数で示せ。
- (2) Iが競合阻害剤であるとき、係数 α の値はどうか。理由と共に答えよ。
- (3) 係数 $\alpha=1$ であるような阻害剤の存在下では、阻害剤濃度の増加に伴い、見かけの K_m 値(ミカエリス定数)はどうか。理由と共に答えよ。
- (4) 係数 $\alpha=1$ であるような阻害剤が示す阻害様式は、「競合阻害」、「反競合阻害」、「混合阻害」のいずれになるか。

- 1 下図は SDS-PAGE 装置の模式図と電気泳動後のバンドを示している。以下の問いに答えよ。(50点)



- (1) SDS-PAGE 実験では、タンパク質試料に還元剤とドデシル硫酸ナトリウムを添加して前処理する。処理した試料は陰極と陽極のどちらに向かって移動するか答えよ。
- (2) SDS-PAGE 実験で使用される還元剤の種類を1つ答えよ。
- (3) SDS-PAGE 実験で使用する還元剤とドデシル硫酸ナトリウムの役割をそれぞれ答えよ。
- (4) SDS-PAGE 実験は、どのような目的で行われるのか答えよ。
- (5) 図(b)のレーン A は分子量 (kDa) が 10, 15, 20, 25, 37, 50, 75, 100, 150, 250 のマーカを示している。レーン B に前処理したヘモグロビン試料を泳動させたとき、CBB 染色された試料のバンドはどこに現れると予想されるか。解答用紙の図中にバンドを描いて答えよ。ただし、4つのサブユニットをもつヘム基を含まないヘモグロビン分子全体の分子量は 61,000 とする。

2 以下の問いに答えよ。(50点)

(1) 下記の4つの物質について、脂質二重層を透過しやすい順に並べよ。なお、脂質二重層は、タンパク質を含まない人工リン脂質二重層で、物質は単純拡散で透過するものとして考えること。

CO₂

Ca²⁺

グルコース

H₂O

(2) 出芽酵母は、酸素が存在する好气的条件と、酸素が無い、あるいはほとんど無い嫌气的条件の両方の環境で増殖が可能である。出芽酵母がより早く増殖する条件はどちらの条件か答えよ。また、そう考えた理由を説明せよ。

(3) 下図は、神経細胞にある電位依存 Na⁺ チャンネルの構造が膜電位に依存して変化する様子を示している。下図を参考にしながら、膜電位の変化と電位依存 Na⁺ チャンネルの構造変化の関係について説明せよ。なお、説明文は、以下に指定する書き出しに続けて記述すること。

説明文： 閉状態の Na⁺ チャンネルに活動電位が届くと、(以降を記述する)

