

平成31年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成30年8月実施)

【バイオ化学工学専攻】

専門科目
(生物科学・生化学，有機化学，
無機化学・分析化学，物理化学)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は1ページから18ページまでです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って，すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合には，採点できないことがあります。
5. 「生物科学・生化学」，「有機化学」，「無機化学・分析化学」，「物理化学」の4科目から2科目を選択して解答してください。
6. 解答用紙は全部で8枚あります。1問につき1枚の解答用紙を使用してください。「生物科学・生化学」は3枚，「有機化学」は4枚，「無機化学・分析化学」は4枚，「物理化学」は3枚使用してください。必要に応じて裏面を使用しても構いません。どの科目に対する解答かがわかるように，それぞれの解答用紙の「受験科目」欄に科目名（「生物科学・生化学：Ⅰ～Ⅲ」，「有機化学：Ⅰ～Ⅳ」，「無機化学・分析化学：Ⅰ～Ⅳ」，「物理化学：Ⅰ～Ⅲ」）を記入してください。
白紙の場合でも8枚すべて提出してください。
7. 試験終了後，問題冊子および草案用紙は持ち帰ってください。

生物学 · 生化学

科目名：生物科学・生化学

生物科学・生化学の問題Ⅰ～Ⅲに答えよ。解答用紙の受験科目欄に問題番号も含む形で「生物科学・生化学Ⅰ」，「生物科学・生化学Ⅱ」，「生物科学・生化学Ⅲ」のように記入すること。

Ⅰ．細胞の代謝に関する次の文を読んで，以下の問 1～8 に答えよ。

食物分子は異化の過程で段階的な によって分解され，化学エネルギーが得られる。異化経路の第一段階である消化によって，タンパク質は ，多糖類は単糖，脂肪は と脂肪酸に，それぞれ分解される。異化経路の第二段階である解糖は，細胞内の で起こる。この過程では，グルコース 1 分子から 2 分子の ，①活性運搬体である 2 分子の ATP と 2 分子の が生成される。 は拡散によってミトコンドリア外膜の親水性チャネルを通過した後， トランスポーターによりミトコンドリアのマトリックスに輸送される。ここで， は，②巨大な酵素複合体によりアセチル CoA に変換される。異化経路の第三段階は，ミトコンドリアのマトリックスで起こるクエン酸回路と，ミトコンドリアの内膜で起こる である。クエン酸回路は，アセチル CoA と の反応で始まり，クエン酸ができる。クエン酸回路では，回路を 1 周する毎に，活性運搬体である は 3 分子，FADH₂ は 1 分子，GTP は 1 分子できる。 では， や FADH₂ が供与した がミトコンドリア内膜に埋め込まれた 3 種類の③呼吸酵素複合体をたどって運搬される。この過程では， が呼吸酵素複合体に移動すると，呼吸酵素複合体を通してミトコンドリアのマトリックス外部にプロトン（H⁺）がくみ出される。最終的に，ミトコンドリア内膜に存在し，④酸化リン酸化の中核となるタンパク質によって ATP がつくられる。

1．文章中の ～ に入る適当な語句を答えよ。

2. 解糖後の代謝は、酸素がある場合（好氣的条件）と酸素が無い場合（嫌氣的条件）では反応の進む経路が異なる。嫌氣的条件下において、解糖の後にどのような代謝反応が起こるのか答えよ。
3. ミトコンドリアは独特の構造をもった4つの区画（外膜、内膜、マトリックス、膜間腔）に分かれている。（a）外膜、（b）膜間腔、それぞれの働きを答えよ。
4. 下線部①の活性運搬体の働きを答えよ。
5. 下線部②の酵素複合体の名称を答えよ。
6. 下線部③について、3種類の呼吸酵素複合体の中で、文中の i と酸素分子とを結合させ、水を生成する働きをもつ呼吸酵素複合体を答えよ。
7. 下線部④のエネルギーを生産するタンパク質の名称を答えよ。また、このタンパク質がどのようにしてエネルギーを生産するのか説明せよ。
8. がんの腫瘍のサイズが増大すると、腫瘍の中心部の細胞は壊死してしまう。そこで、がん細胞はある方法によって腫瘍内部の細胞の壊死を防ぎ、腫瘍を増大させようとする。なぜ、腫瘍の中心部の細胞が壊死するのか、その理由と、がん細胞が腫瘍を成長させるために行う方法を説明せよ。

Ⅱ．細胞の膜輸送と情報伝達に関する問 1 ～ 2 に答えよ。

1．次の文を読んで、以下の設問 (1) ～ (5) に答えよ。

細胞は、細胞膜で包まれており、細胞膜は細胞への物質の出入りの障壁となる。細胞膜を横切って物質が移動する際には、脂質二重層を拡散によって透過する場合と、膜輸送タンパクの機能を利用して移動する場合がある。

- (1) 膜タンパクを含まない人工脂質二重層に対する物質の透過しやすさと、物質の性質との関係について、次の用語をすべて用いて説明せよ。

用語： 分子の大きさ 極性 電荷 イオン

- (2) 人工脂質二重層に対する透過しやすさについて、次の物質を、膜透過性が大きい物質から順に並び替えよ。物質は不等号記号「>」で区切り記せ。

物質： グルコース H_2O O_2 Na^+

- (3) 受動輸送と能動輸送との違いについて説明せよ。

- (4) 「イオンチャネル」と「 Na^+/K^+ ATP アーゼ」は、受動輸送か能動輸送のどちらとして働くのかを、それぞれについて記せ。

- (5) 輸送体（トランスポーター）による共役輸送系には、シンポートとアンチポートがある。シンポートとアンチポートそれぞれについて、共役して輸送される物質の輸送方向を記せ。

2. 次の文を読んで、以下の設問 (1) ～ (3) に答えよ

細胞膜の膜タンパクである G タンパク共役型受容体は、1 本のポリペプチド鎖が細胞膜を 回縫うように貫通した構造をもつため、 回膜貫通受容体とも呼ばれる。リガンドと結合して活性化された G タンパク共役型受容体は、GTP 結合タンパク (G タンパク) を活性化する。さらに、活性化した G タンパクは標的タンパクに作用してシグナルが伝達されるが、その後 G タンパクは不活性な状態へと戻る。

(1) に入る整数を記せ。

(2) G タンパク共役型受容体のポリペプチド鎖の N 末端と C 末端は、膜の細胞外側か細胞内側のどちらに位置するのかを、それぞれ記せ。

(3) 不活性な状態にある G タンパクが、G タンパク共役型受容体により活性化され、その後不活性な状態へと戻るまでの過程を、次の用語をすべて用いて説明せよ。

用語： α サブユニット $\beta \gamma$ 複合体 GTP GDP

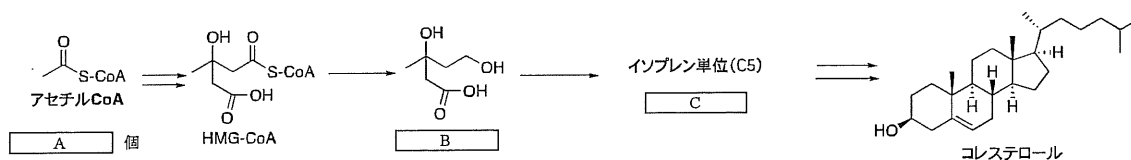
Ⅲ. 生化学に関する問 1 ～ 5 に答えよ。

1. 最も代表的な 3 種類の RNA とは何か。それらは細胞の機能において、どのような役割を果たしているか、答えよ。
2. 以下にブラジキニン (bradykinin) と呼ばれるペプチドのアミノ酸配列が記されている。

Arg-Pro-Pro-Gly-Phe-Ser-Pro-Phe-Arg

ブラジキニンを以下のそれぞれの試薬で処理すると、どのようなアミノ酸あるいはペプチドが生じるか、答えよ。

- (1) カルボキシペプチダーゼ
 - (2) キモトリプシン
 - (3) トリプシン
 - (4) 濃塩酸
 - (5) ジニトロフルオロベンゼンで処理後、濃塩酸
3. イソプレノイドの代謝は、まず A 個のアセチル CoA が結合した HMG-CoA が生成することから開始される。その後、B を経由して、イソプレン単位である C が生じる。これらが重合することでテルペン、ステロイド、カロチノイドなどの物質が生産される。特に重要な物質にコレステロールがあげられる。



- (1) A に数字、B に物質名を答えよ。
- (2) C の構造式を記せ。
- (3) コレステロールの主な生理機能を説明せよ。

4. 次の酵素について, その機能を説明せよ。

- (1) リブローズ-1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼオキシダーゼ
(ルビスコ)
- (2) アミノ基転移酵素 (アミノトランスフェラーゼあるいはトランスアミナーゼ)

5. 糖代謝の一つにペントースリン酸経路がある。この経路の主要な産物に NADPH とリボース-5-リン酸がある。

- (1) 細胞は NADPH をどのように利用しているか, 答えよ。
- (2) リボース-5-リン酸の構造式を記せ。また, この物質の代謝産物を答えよ。

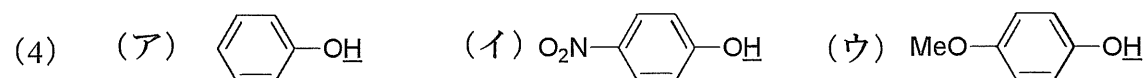
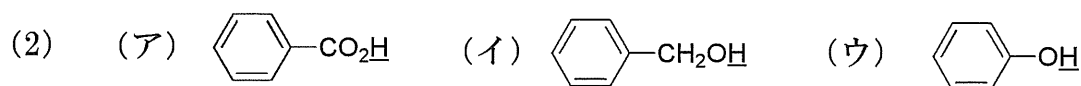
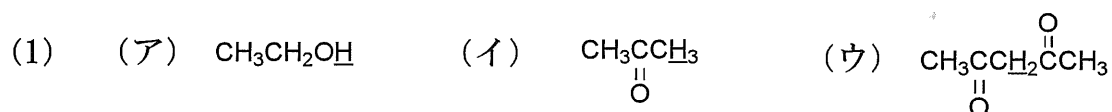
有機化学

科目名：有機化学

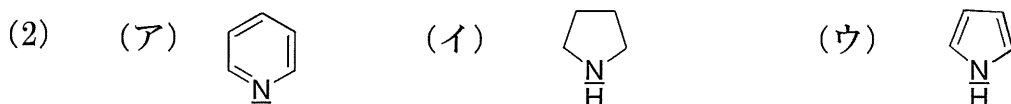
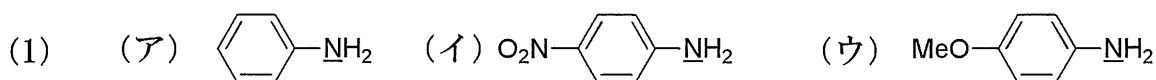
有機化学の問題Ⅰ～Ⅳに答えよ。解答用紙の受験科目欄に問題番号も含む形で「有機化学Ⅰ」，「有機化学Ⅱ」，「有機化学Ⅲ」，「有機化学Ⅳ」のように記入すること。

Ⅰ．次の各化合物群の酸性度，塩基性度に関する問 1，2 に答えよ。

1．次の設問 (1) ～ (4) の各化合物群 (ア) ～ (ウ) の下線の水素の酸性度について，酸性の強い順に不等号記号 (>) を用いて並べよ (例：酸性の強い方から ア > イ > ウ)。

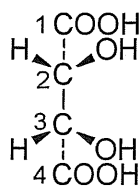


2．次の設問 (1)，(2) の各化合物群 (ア) ～ (ウ) の下線の窒素の塩基性度について，塩基性の強い順に不等号記号 (>) を用いて並べよ (例：塩基性の強い方から ア > イ > ウ)。

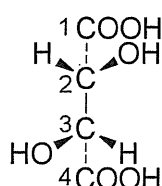


II. 次の立体化学，立体配座に関する問 1 ～ 3 に答えよ。

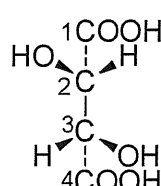
1. 酒石酸に関する設問 (1) ～ (5) に答えよ。



A



B



C

- (1) 酒石酸の立体異性体 A, B, C について, C2, C3 の R, S 配置を帰属せよ。
- (2) 立体異性体 B の比旋光度は $+12^\circ$ である。立体異性体 A および C の比旋光度を記せ。
- (3) A のような立体異性体を何と呼ぶか, 答えよ。
- (4) A とジアステレオマーの関係にある立体異性体はどれか。B か, C か, B と C の両方か, それとも B でも C でもないのか, 答えよ。
- (5) ラセミ体とはどのような状態か。A, B, C の内, 必要な立体異性体を用いて説明せよ。またラセミ体は光学活性かまたは光学不活性か答えよ。

2. *trans*-1-ブロモ-2-メチルシクロヘキサンは KOH 処理により, Zaitsev 型脱離生成物である 1-メチルシクロヘキセンではなく非 Zaitsev 型脱離生成物である 3-メチルシクロヘキセンを与える。次の設問 (1), (2) に答えよ。

- (1) Zaitsev 則について説明せよ。
- (2) 3-メチルシクロヘキセンを与える理由を, いす型配座を用いて説明せよ。

3. 2-メチルブタンの立体配座について次の設問 (1), (2) に答えよ。

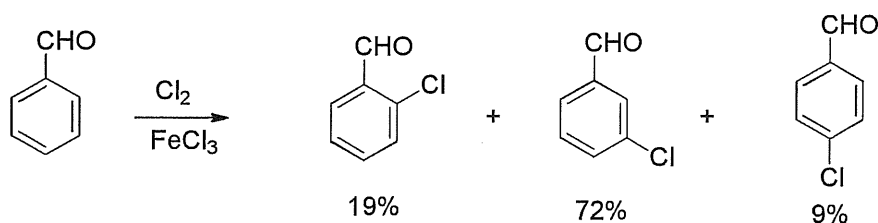
- (1) 2-メチルブタンを C2-C3 結合から眺めた時, 二つの異なったねじれ形配座が可能である。これらの Newman 投影式を書き, どちらがより安定か答えよ。また, その理由を説明せよ。

- (2) 重なり形配座も二つ可能である。これらの Newman 投影式を書き、どちらがより不安定か答えよ。また、その理由を説明せよ。

Ⅲ. 次の芳香族化合物に関する問 1 ～ 3 に答えよ。

1. ベンズアルデヒドの塩素化反応について次の設問 (1) ～ (3) に答えよ。

- (1) *m*-クロロベンズアルデヒドを主生成物として与える理由を、カルボカチオン中間体の構造式を描いて説明せよ。



- (2) この反応の反応エネルギー図を描け。

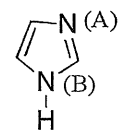
- (3) 上記の反応において、*o*-, *p*-生成物は考えずに *m*-クロロベンズアルデヒドを生成物とする反応機構を曲がった矢印(へ)を用いて段階的に記せ。

2. 次の設問 (1), (2) に答えよ。(各合成反応は二段階以上が必要である。各反応の反応条件を記すこと。)

- (1) ベンゼンから *m*-アミノ安息香酸を合成する方法を示せ。
 (2) 途中にジアゾニウム塩の置換反応を用いて、ベンゼンから *m*-ブromoklorobenzen を合成する方法を示せ。

3. イミダゾール (図参照) について、以下の設問 (1) ～ (4) に答えよ。

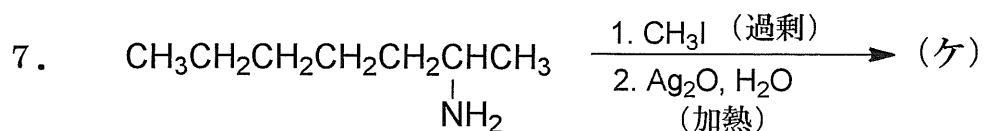
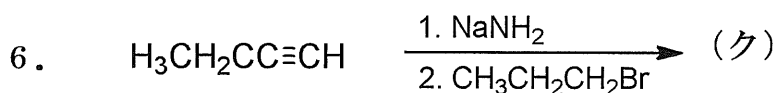
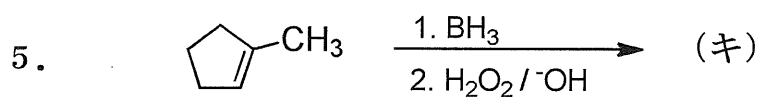
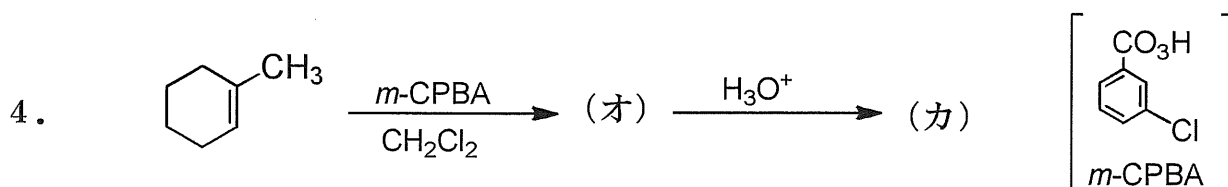
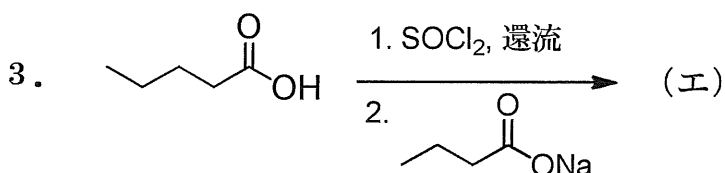
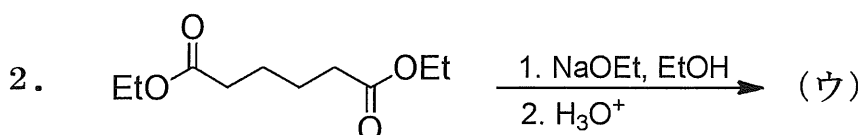
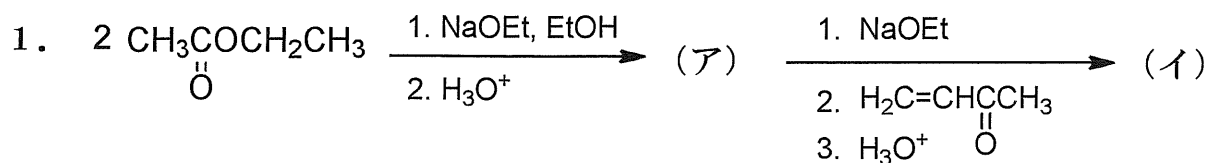
- (1) 窒素 N(A), N(B) の混成 (sp^3 , sp^2 , sp) を記せ。
 (2) イミダゾールの分子軌道図を描け (炭素は π 電子のみ記せ)。
 (3) イミダゾールは芳香族か非芳香族か, $4n+2\pi$ 電子則に照らして説明せよ。



イミダゾール

- (4) 二つの窒素原子 N(A), N(B) の塩基性について、どちらの窒素が塩基性が強いのか答えよ。また、その理由を説明せよ。

IV. 次の各反応の間 1 ～ 7 の主生成物 (ア) ～ (ケ) を構造式で示せ。
 ただし、立体化学がかかわる場合には、立体化学がわかるように描くこと。



無機化学・分析化学

科目名：無機化学・分析化学

無機化学・分析化学の問題Ⅰ～Ⅳに答えよ。解答用紙の受験科目欄に問題番号も含む形で「無機化学・分析化学Ⅰ」, 「無機化学・分析化学Ⅱ」, 「無機化学・分析化学Ⅲ」, 「無機化学・分析化学Ⅳ」のように記入すること。

Ⅰ. 以下の問1～4に答えよ。

1. 基底状態の酸素分子, 窒素分子およびフッ素分子に関する設問(1)～(4)に答えよ。

(1) 分子内における二原子間の化学結合の結合次数をそれぞれ求めよ。計算過程も記すこと。

(2) 常磁性を示す分子をすべて選び, 化学式で記載せよ。

(3) 過酸化物イオンと等電子的な分子を選び, 化学式で記載せよ。

(4) 水素分子との化学反応に対して, より多く外部からのエネルギーが必要となる順に, 左から化学式で並べよ。

2. 以下の物質(1)～(3)の立体構造を図示した上で, それらと同様の構造をとる物質を【 】内の物質群からそれぞれひとつずつ選び, 化学式で記載せよ。ただし, 非共有電子対は立体構造の一部とは見ないものとする。

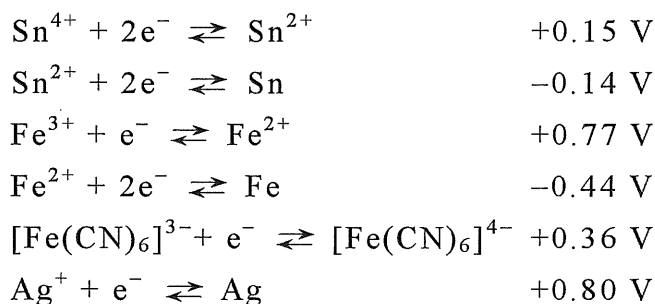
(1) ニフッ化硫黄 (2) 過塩素酸イオン (3) 三ヨウ化物イオン

【 アジ化物イオン, 塩素酸イオン, 五塩化リン, 三フッ化塩素, 硝酸イオン, 二酸化窒素, メタン, 五フッ化ヨウ素 】

3. 以下の (a) ～ (h) の説明文のうち誤りを含むものをすべて選び、記号で答えよ。また、それぞれどの部分が誤りであることを簡潔に説明せよ。

- (a) 塩化物イオンを含む水溶液に臭素水を加えると、塩素分子と臭化物イオンが生成する。
- (b) 硫酸は亜硫酸よりも強いブレンステッド酸である。
- (c) 銅 (II) イオンに塩化物イオンが配位する反応において、銅 (II) はルイス塩基としてはたらく。
- (d) 水分子内の原子間結合角 $\angle \text{HOH}$ は、硫化水素分子内の原子間結合角 $\angle \text{HSH}$ よりも大きい。
- (e) ジボランには一分子あたり二カ所の三中心二電子結合が存在する。
- (f) 窒素分子はリチウムと反応するが、ナトリウムとは反応しない。
- (g) ベリリウムは希酸に溶けるが、アルカリ水溶液には溶けない。
- (h) ネオンとキセノンはいずれも希ガスであり、他の元素との化合物を全く形成しない。

4. 以下に示す酸化還元反応の半反応式における標準酸化還元電位 (E°) の値を参考にして、設問 (1), (2) に答えよ。



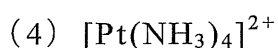
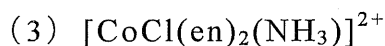
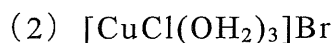
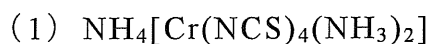
(1) 水溶液中の $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ を酸化できるものを、下記の【 】内の物質群からすべて選び、化学式で記載せよ。また、それら物質との酸化還元反応を、電子を含まない化学反応式でそれぞれ記載せよ。

(2) 水溶液中の $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ を酸化することも $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ を還元することもできないものを、下記の【 】内の物質群からすべて選び、化学式で記載せよ。

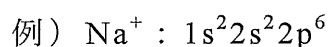
【 Sn^{4+} , Sn^{2+} , Sn , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Fe , Ag^+ , Ag 】

II. 以下の問 1 ～ 6 に答えよ。

1. 以下の化学式であらわされる錯体 (1) ～ (4) の日本語名称をそれぞれ記載せよ。



2. 問 1 の錯体 (1) ～ (3) について、中心金属イオンの電子配置を以下の例にならってそれぞれ記載せよ。



3. 問 1 の錯体 (2) について考えられるイオン化異性体の化学式を記載せよ。

4. 問 1 の錯体 (3) について考えられる幾何異性体の構造をすべて図示せよ。en 分子は $\text{N} \text{---} \text{N}$ と略記すること。また、それらのうち光学活性を示す異性体が存在する場合には、その図を枠線で囲め。

5. 問 1 の錯体 (4) に対して、まず亜硝酸イオンを用いて配位子をひとつ置換し、さらに塩化物イオンを用いて配位子をひとつ置換した場合に生成すると考えられる錯体の構造を図示せよ。

6. $2.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ に調製したある錯体水溶液を、幅が 1.0 cm のセル内に入れ紫外可視吸収スペクトルを測定したところ、吸光度が 0.60 となる吸収極大が可視光領域に観測された。この結果をもとに、以下に示す (1), (2) の値をそれぞれ求めよ。計算過程と単位も明記すること。

(1) この錯体水溶液の着色に起因する吸収極大波長におけるモル吸光係数

(2) 吸収極大波長をもつ光の、この錯体水溶液に対する透過率

Ⅲ. 以下はアンモニア (NH_3) 水と塩化アンモニウム (NH_4Cl) 水溶液を混合し、緩衝溶液を調製する際の溶液濃度と pH に関する問題である。問 1 ～ 3 に計算過程を示しつつ、有効数字 3 桁で答えよ。単位付きの値には単位を記入すること。なお、 NH_3 と NH_4Cl の式量はそれぞれ 17.03 と 53.49 である。また、 NH_3 の塩基解離定数 K_b と水のイオン積 K_w は、それぞれ $\text{p}K_b = 4.75$ と $\text{p}K_w = 14.0$ とし、生成イオンの活量係数は全て 1 とする。

1. 質量パーセント濃度 1.00 wt% の NH_3 水の NH_3 全濃度と pH を求めよ。この NH_3 水の密度は 0.9929 g cm^{-3} とする。
2. 1.00 g の NH_4Cl 粉末を 100 mL メスフラスコに全て移し入れ、純水を加えて定容したときの NH_4Cl 濃度と水溶液の pH を求めよ。
3. 問 1 の NH_3 水 10.0 mL と、問 2 の NH_4Cl 水溶液 25.0 mL を 100 mL メスフラスコに移し入れ、純水を加えて定容したときの NH_3 全濃度と pH を求めよ。

Ⅳ. 以下は塩化銀 (AgCl) の溶解に関する問題である。問 1, 問 2 に計算過程を示しつつ、有効数字 3 桁で答えよ。なお、 AgCl の式量は 143.32 である。また、 AgCl の溶解度積 K_{sp} と銀アンミン錯体 ($\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$) の生成定数 β_2 は、それぞれ $K_{sp} = 1.78 \times 10^{-10}$ と $\log \beta_2 = 7.22$ とし、生成イオンの活量係数は全て 1 とする。

1. 5.00 dm^3 の純水に 1.00 g の AgCl 粉末を添加し、充分攪拌した。このときに溶解した AgCl の質量 (g) を求めよ。なお、 AgCl 添加による体積変化は無視できるものとする。
2. 問 1 の水溶液に NH_3 を添加すると、析出していた AgCl が溶解した。析出 AgCl を完全溶解させるのに必要な NH_3 の物質量 (mol) を求めよ。なお、 NH_3 添加による体積変化は無視できるものとする。

物理化学

科目名：物理化学

物理化学の問題Ⅰ～Ⅲに答えよ。解答用紙の受験科目欄に問題番号も含む形で「物理化学Ⅰ」, 「物理化学Ⅱ」, 「物理化学Ⅲ」のように記入すること。

Ⅰ. 問1～3に答えよ。なお, 問2, 3については計算過程も示し, 答えにはアンダーラインを引くこと。

1. 以下の語句について簡単に説明せよ。

(1) エントロピー

(2) エンタルピー

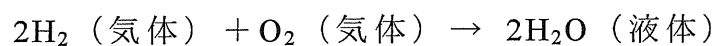
(3) ギブズエネルギー

2. 次の設問(1), (2)に答えよ。ただし, 窒素は完全気体, 気体定数は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(1) 窒素 1.0 mol を, 温度を 60°C に保ちながら 1.0 L から 50.0 L に膨張させた。このとき, 窒素が最終的に外界から吸収する熱量を, (a) 可逆的膨張, (b) $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定の外圧に抗した膨張, (c) 外圧を0とする自由膨張の場合について求めよ。

(2) 1.0 mol の窒素を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一定の外圧の下で 0°C から 60°C まで熱した。この過程の内部エネルギー変化 ΔU とエンタルピー変化 ΔH を求めよ。なお, 定圧モル熱容量は $29.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

3. 水の生成反応



が 25℃において起こったときの

- (1) 外界のエントロピー変化
- (2) 系と外界を含めた全エントロピー変化
- (3) 標準反応ギブズエネルギー

を求めよ。ただし、標準反応エンタルピーおよび標準反応エントロピーはそれぞれ -572 kJ mol^{-1} , $-327 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

Ⅱ．問 1， 2 に答えよ。なお，問 2 については計算過程も示し，答えにはアンダーラインを引くこと。

1. 以下の語句について簡単に説明せよ。

(1) グレアムの法則

(2) 格子エンタルピー

(3) ボルン－メイヤーの式

2. 次の設問 (1) ～ (3) に答えよ。

ただし，窒素原子，酸素原子，アルゴン原子のモル質量はそれぞれ 14.0， 16.0， 39.9， 気体定数は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ する。

(1) 80°C における窒素分子の根平均二乗速さと 1 mol 当たりの並進運動エネルギーを求めよ。

(2) 80°C における窒素分子の根平均二乗速さと並進運動エネルギーは 0°C の場合の何倍か，それぞれ求めよ。

(3) 乾燥した空気中の窒素のモル分率を示せ。ただし，100.0 g の乾燥空気中には窒素 75.5 g，酸素 23.2 g，アルゴン 1.3 g が含まれているものとする。

Ⅲ．問 1 ～ 4 に答えよ。計算過程も示し、答えにはアンダーラインを引くこと。なお、必要な場合には必ず単位を付けること。

1. ある放射性核種の半減期は約 70 年である。放射線の強度が初めの 12.5% になるのには何年かかるか。(放射線強度は一次の反応速度で減少する。)

2. 反応 $A \rightarrow \text{生成物}$ は一次反応であり、速度式は k を速度定数として、以下のようにかける。 A の初濃度を $[A]_0$ としたとき、任意の時間 t における A の濃度 $[A]$ を積分形速度式から求めよ。

$$\text{ただし, } \int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = \ln[A] - \ln[A]_0 \text{ とする。}$$

$$\text{速度式: } -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

3. ある酵素反応で基質が 300 mmol から 100 mmol まで 5000 秒かかって減少した。この反応は 1 次反応であることが分かっている。この反応の速度定数はいくらか。

一次反応では次の関係がある

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k_r t$$

$[A]$: 時間 t での基質濃度、 $[A]_0$: 基質の初濃度、 k_r : 速度定数、 t : 時間

4. アレニウスの式に従うある反応の活性化エネルギーが 20 kJ mol^{-1} である。温度が 310 K から 320 K に上昇するとこの反応の反応速度は何倍になるか。なお、気体定数 R を $8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。アレニウスの式は以下で表される。

$$\text{アレニウスの式: } k = Z e^{-\frac{E}{RT}}$$

k : 速度定数、 Z : 頻度因子、 E : 活性化エネルギー、 T : 絶対温度