

令和4年度

専攻科入学者選抜  
学力検査問題

専門(応用化学コース)

(配点)

	出題分野	配点
①	無機化学	40点
②	有機化学	40点
③	物理化学	40点
④	化学工学	40点
⑤	生物化学	40点

[ 注 意 ]

1. 問題は、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。  
検査開始の合図のあとで確かめること。
3. 答えは、すべて解答用紙に記入すること。

一関工業高等専門学校

1 (無機化学)

問1 次の物質を化学式で答えよ。

- (1) 金属銅に濃硝酸を加えたときに発生する気体。
- (2) 希塩酸に硝酸銀水溶液を加えたときに生じる白色沈殿。
- (3) 硫酸銅(II)水溶液に少量のアンモニア水を加えたときに生じる青白色沈殿。
- (4) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱したときに発生する気体。

問2 ダイヤモンドとグラファイトについて答えよ。

- (1) それぞれの混成軌道の種類は何か。
- (2) グラファイトが電気伝導性をもつのはなぜか。
- (3) グラファイトがへき開性をもつのはなぜか。

問3 マンガンMnの電子配置について答えよ。

- (1) Mn原子およびMn<sup>2+</sup>について電子配置のエネルギー準位図を描け。貴ガス殻を省略しないこと。
- (2) Mnの最高酸化数はいくつか。
- (3) 安定に存在する最高酸化数のMn化合物を1つ、化学式で答えよ。

問4 次の語句を説明せよ。

- (1) フントの規則
- (2) 不活性電子対効果
- (3) 有効核電荷

2 (有機化学)

問1 電荷をもつ炭素の化学種について、次の(1)と(2)の問いに答え、  
(3)および(4)では反応の分類と反応例を書け。

(1) 以下の指示に従い、炭素上に正電荷または負電荷をもつ化学種の一般的な名称と構造をそれぞれ書け。

- ・ メチルカチオン と メチルアニオン の形を表すこと
- ・ p軌道の電子の有無をわかるように描き、立体的に示すこと
- ・ 中心炭素は、 $sp^3$ 混成、 $sp^2$ 混成、 $sp$ 混成のどれであることを判別すること

(2) (1)で答えた化学種は、それぞれアルキル基の数(1~3)の増加に伴い、  
安定性にどのような傾向がみられるか、解答欄に続けて記述せよ。

(3) 以下の(ア)~(ク)の8つの反応のうち、6つは反応中間体あるいは生成物に

(1)で答えた炭素上に電荷をもつ化学種が関わる反応である。

炭素の正電荷化学種を **C**，炭素の負電荷化学種を **A**，

その他、これらが反応に関わらない反応を **無関係** として分類せよ。

(ア) 三置換アルケンとハロゲン化水素との反応 (イ) ベンゼンと混酸との反応

(ウ) 末端アルキンと水素化ナトリウムとの反応 (エ) 内部アルキンと臭素(2当量)との反応

(オ) 塩基性条件でのエステル加水分解反応

(カ) 第一級ハロゲン化アルキルとマグネシウムとの反応

(キ) メタノール中における第三級ハロゲン化アルキル ※ 脱離反応は考慮しないでよい

(ク) ナトリウムアルコキシドと第一級ハロゲン化アルキルとの反応

(4) (3)の中から化学種 **C**，化学種 **A** が関わる反応をそれぞれ1つずつ反応式で示せ。

ただし、中間体の構造は示す必要はなく、反応物と生成物のみでよい。

必要であれば、アルキル基は、 $R, R', R''$ ，ハロゲンは、 $X$  を用いて表せ。

3 (物理化学)

問1 理想気体1.00 molが圧力一定で27.0 °Cから627 °Cまで温度が上昇したときのエントロピー変化を求めよ。

ただし、気体定数は  $R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ 、理想気体の等圧熱容量は  $C_p = (5/2)R$  で温度に依存しないとする。また、 $\ln 2 = 0.690$ 、 $\ln 3 = 1.10$  とする。

問2  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  で表される平衡反応が1.00 atmのもとで起こっている。次の問いに答えよ。

(1) この反応の25.0 °Cにおける標準自由エネルギー変化を求めよ。ただし、 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  と  $\text{NO}_2(\text{g})$  の25.0 °Cにおける標準生成自由エネルギーはそれぞれ97.8 kJ/mol、51.3 kJ/molである。

(2) この反応の227 °Cにおける標準自由エネルギー変化は8.31 kJであった。圧平衡定数を求めよ。ただし、 $R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$  とする。また、 $e^{-1} = 0.368$ 、 $e^{-2} = 0.135$  とする。

問3 図3-1に Sb-Pb 系の融点図 (圧力一定) を示す。2相共存領域では、平衡連結線から共存する2相の相対量を知ることができる。いま、A' 点の融液を冷却してA点に達したとする。全体の質量を400 gとし、A点で存在する各相の組成、質量を求めよ。

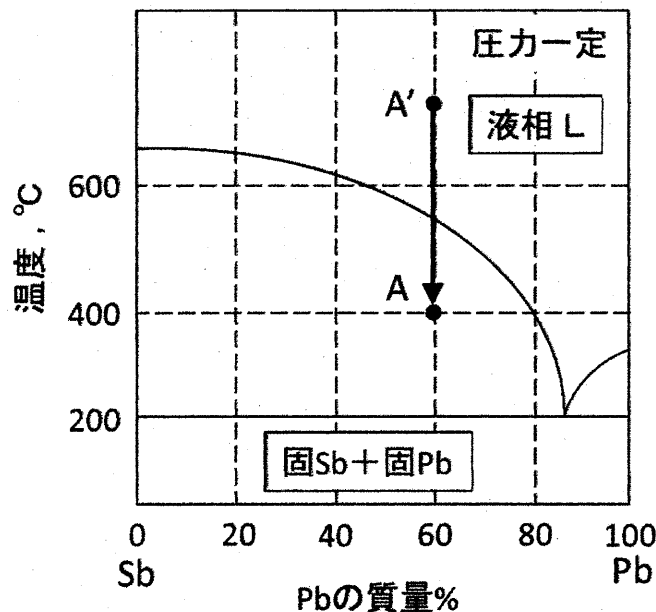


図3-1 Sb-Pb 系の融点図

問4 次の文章に入る語句を記載せよ。

熱力学において、自発的な変化に関する法則が (1) である。状態量の (2) を用いた表現として、「孤立系内で起こる自発的な変化では、孤立系全体(系+外界)の (2) は (3) する」がある。また、私たちが注目する系だけで自発的な変化の方向を判断できる状態量が (4) である。自発的な変化が起こるとき、(4) は (5) する。

4 (化学工学)

問1 A→Pの化学反応式で表される液相不可逆反応について、図4-1に示す連続攪拌槽型反応器を用いて等温条件下で反応を行わせる。定常状態にあるとして以下の(1)～(3)に答えよ。

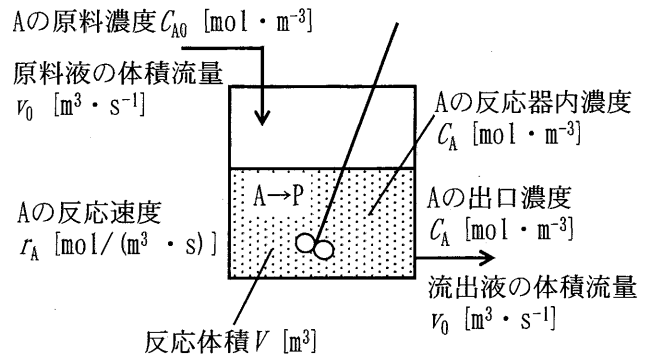


図 4-1 連続攪拌槽型反応器に関する反応と物質の出入り

- (1) 連続攪拌槽型反応器に関する物質収支式を立てる場合、流入した物質が瞬時に物質移動して反応体積全体で濃度が均一となる理想流れを仮定することが多い。この理想流れの名称について、以下の(ア)～(オ)の中で最も適切な選択肢の記号を解答欄に記入せよ。

選択肢

- (ア) プラグフロー流れ, (イ) 押し出し流れ, (ウ) 完全混合流れ, (エ) 栓流流れ,  
(オ) 層流流れ

- (2) 反応体積全体で化学種の濃度が瞬時に均一となる理想流れであり、反応体積  $V$  [ $\text{m}^3$ ] と流入および流出に関する体積流量  $v_0$  [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] は一定と仮定する。この仮定より、反応体積を対象とした反応物Aの定常状態での物質収支式は次式で表される。

$$v_0 \times \text{①} - v_0 \times \text{②} + r_A \times V = 0$$

上式の空欄①と②のそれぞれに入る適切な記号を図4-1で与えられた記号の中から選び、解答欄に記入せよ。

- (3) 原料濃度  $C_{A0}$  が  $100 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $V$  が  $1.5 \text{ m}^3$  であり、 $r_A$  は反応速度定数  $k$  [ $\text{s}^{-1}$ ] を用いて  $r_A = -kC_A$  で表されるとする。 $k = 5.0 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$  として、(2) で立てた定常状態での物質収支式を用いて反応物Aの出口濃度が  $C_A = 25 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$  となる  $v_0$  を求めよ。なお、値は有効数字2桁で表し、単位も付記せよ。

問2 図4-2に示す精留塔を用いてメタノール-水混合液の連続分離を行う。定常状態にあるとして以下の(1)～(2)に答えよ。

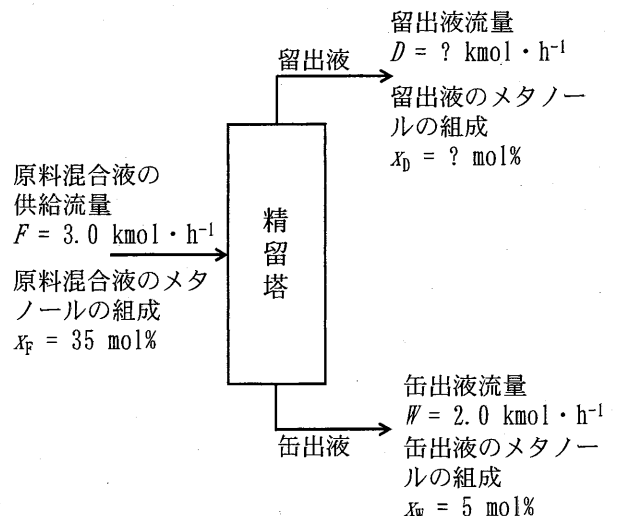


図 4-2 精留塔に関する物質の出入り

- (1) 図4-2の条件より留出液流量  $D$  [ $\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ ] を求めよ。なお、値は有効数字2桁で表し、単位も付記せよ。
- (2) 図4-2の条件より留出液のメタノールの組成  $x_D$  [%] を求めよ。なお、値は有効数字2桁で表し、単位も付記せよ。

5 (生物化学)

問1 図5-1は代表的な生体物質をまとめたものである。これに関連する次の間に答えよ。

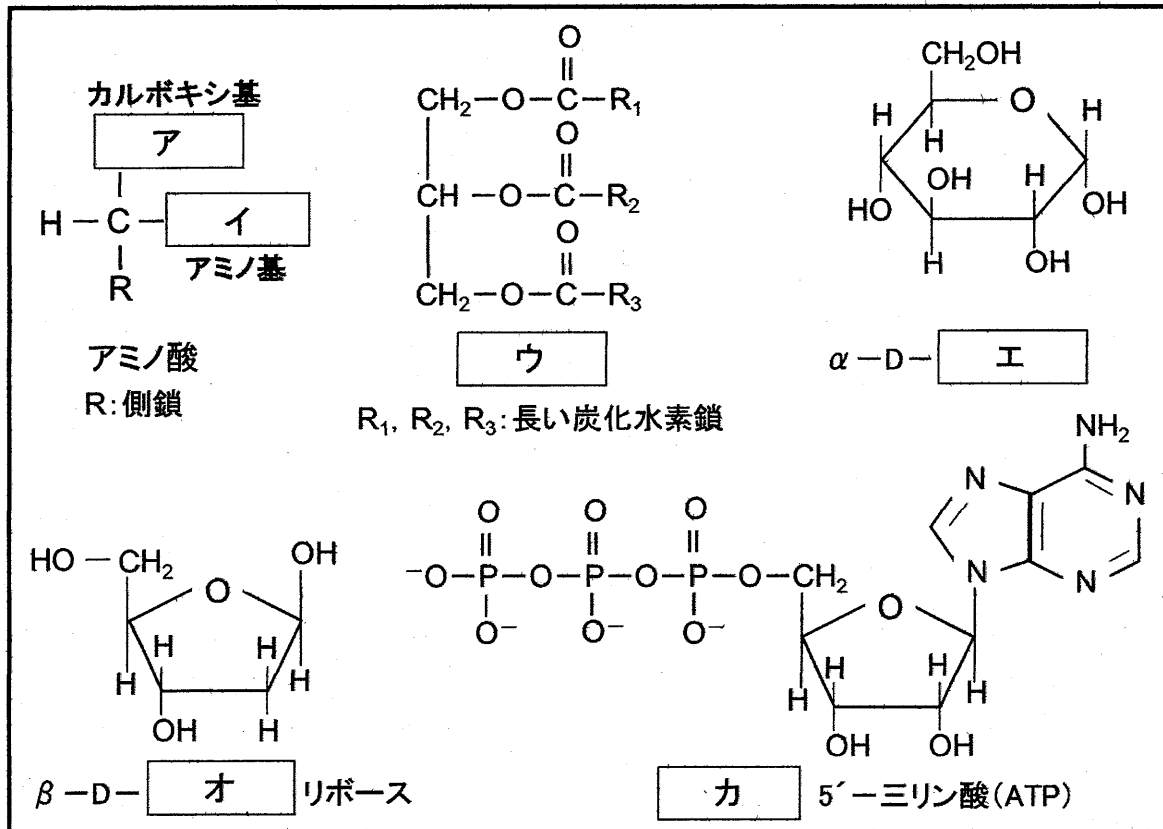


図5-1 代表的な生体物質

(1) 図の空欄(ア, イ)に入る官能基の構造式を示せ。また, 空欄(ウ~カ)に入る語句(化合物名や単語)を答えよ。

(2) アミノ酸がいくつもつながった高分子化合物がタンパク質である。タンパク質の構造には階層性があり, 一次~四次構造に分類される。タンパク質の一次構造は何を示したものか, 簡単に説明せよ。

(3) 図中のウはある酵素により脂肪酸とグリセロールに分解される。ウの分解に関与する酵素は以下のどれか。(a)~(d)で答えよ。

- (a) アミラーゼ
- (b) プロテアーゼ
- (c) グリセロキナーゼ
- (d) リパーゼ

(4) ATPは以下のどれに分類されるか。(a) ~ (e) で答えよ。

- (a) ヌクレオシド
- (b) ヌクレオチド
- (c) ヘキソース
- (d) ペプチド
- (e) リン脂質

問2 代表的な異化代謝である解糖系、クエン酸回路、電子伝達系（呼吸鎖）に関する次の問に答えよ。

(1) 以下の代謝物について、解糖系の代謝物とクエン酸回路の代謝物に分類せよ（ア～キで答えよ）。

- (ア)  $\alpha$ -ケトグルタル酸, (イ) コハク酸, (ウ) ジヒドロキシアセトンリン酸, (エ) ピルビン酸,  
(オ) フマル酸, (カ) 3-ホスホグリセリン酸, (キ) リンゴ酸

(2) 解糖系によりブドウ糖1分子あたりATPは正味何分子生じるか。

(3) 主にクエン酸回路で生じるNADHとFADH<sub>2</sub>は高還元分子と呼ばれ、真核生物ではある細胞小器官（オルガネラ）でATPを作るエネルギー源として使われる。この細胞小器官名を答えよ。

(4) (3) によるATP合成では、あるイオンの濃度勾配が重要となる。このイオン名を答えよ。

(5) (3) によるATP合成の過程は何と呼ばれているか。以下から選択し、(a) ~ (c) で答えよ。

- (a) 基質レベルのリン酸化
- (b) 光リン酸化
- (c) 酸化的リン酸化