

# 専攻科

平成 28 年 6 月 28 日実施

平成 29 年度専攻科入学者選抜学力検査【前期】問題

## 【専門科目】無機・分析化学

(配点)

1	50 点
2	50 点

(注 意)

- 1 問題用紙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 4 ページまで、解答用紙は 2 枚である。  
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。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。

1 多座配位子である EDTA(エチレンジアミン四酢酸)は多くの金属イオンと安定な錯体を形成し、これを用いて金属イオンを滴定し、金属イオンの濃度を求めることができる。滴定の終点には、金属指示薬(BT)とよばれる色が変わるものが使用される。

(1) 本手法による滴定の名称を答えなさい。

(2) 本手法の滴定原理として最も正しいものを、以下の(A)~(D)から一つ選びなさい。

(A) 滴定の終点で、溶液中の pH が大きく変化し、指示薬が変色することを利用した滴定

(B) 滴定の終点で、指示薬が金属イオンを離し、指示薬が変色することを利用した滴定

(C) 滴定の終点で、金属イオンの価数が変化し、指示薬が変色することを利用した滴定

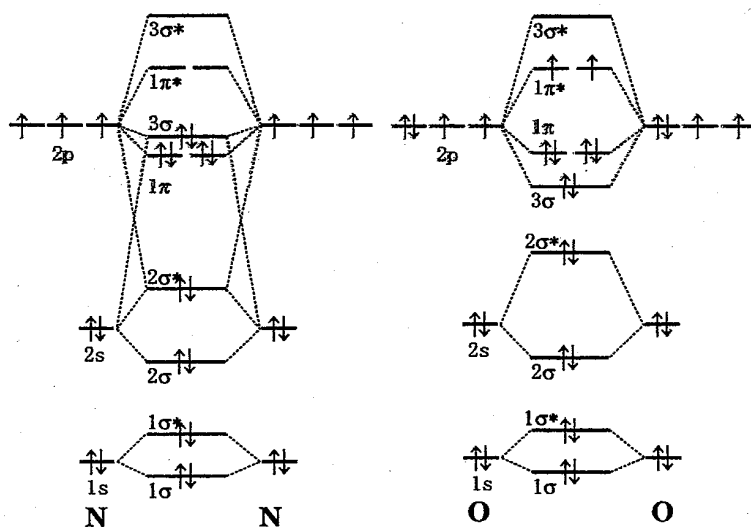
(D) 滴定の終点で、酸化反応が生じ、指示薬が変色することを利用した滴定

(3) pH=10 の溶液中、 $Mg^{2+}$ は  $EDTA^{4-}$ と 1:1 で錯体を形成する。錯形成反応は、 $Mg^{2+} + EDTA^{4-} \rightarrow Mg(EDTA)^{2-}$ である。 $Mg(EDTA)^{2-}$ の構造式を示しなさい。

(4) 錯体形成前の初期濃度が共に 10.00 mmol/Lになるように  $Mg^{2+}$ と  $EDTA^{4-}$ の溶液を混合した。安定度定数  $K = 10^{8.5}$ として、 $K$ を各イオン濃度(例えば、 $[Mg^{2+}]$ など)で表しなさい。また、この溶液中では、何%(小数点第 2 位)の  $Mg^{2+}$ が EDTA 錯体を形成しているか答えなさい。尚、(3)の錯形成反応以外の平衡は考慮しなくてよいものとする。

[ 計 算 用 紙 ]

2 N<sub>2</sub>(窒素)分子と O<sub>2</sub>(酸素)分子のエネルギー準位図を以下に示す。



- (1) N<sub>2</sub>と O<sub>2</sub>の結合次数をそれぞれ答えなさい。
- (2) 上記のエネルギー準位図から、N<sub>2</sub>分子の HOMO と LUMO を記号(例えば、1σ\*など)で答えなさい。
- (3) 第二周期元素がつくる等核二原子分子である Li<sub>2</sub>分子から F<sub>2</sub>分子において、解離エネルギーが最も大きい分子名を答えなさい。
- (4) He 原子が He<sub>2</sub>分子として存在しない理由を、エネルギー準位図を描いて説明しなさい。尚、次の語句(結合性、反結合性、結合次数)を用いること。
- (5) B<sub>2</sub>(ホウ素)分子は常磁性であることが実験で分かっている。B<sub>2</sub>分子のエネルギー準位図を描きなさい。

[ 計 算 用 紙 ]

# 専攻科

平成 28 年 6 月 28 日実施

平成 29 年度専攻科入学者選抜学力検査【前期】問題

## 【専門科目】有機化学

(配点)

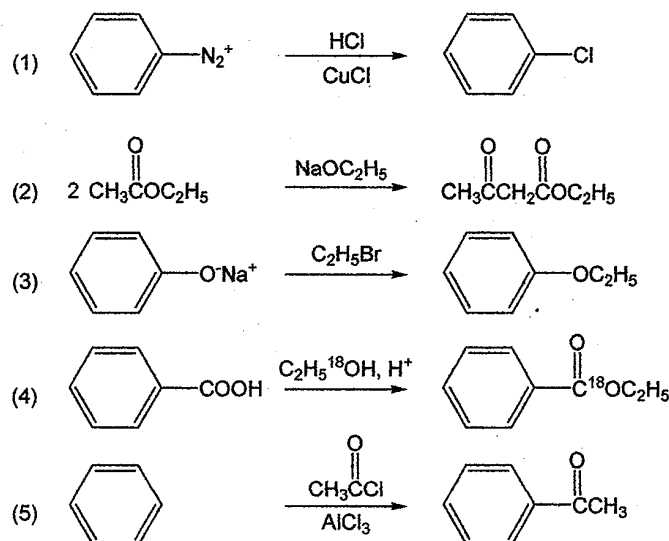
1	50 点
2	50 点

### (注 意)

- 1 問題用紙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4ページまで、解答用紙は2枚である。  
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。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。

1 次の①から③の問いについて答えて下さい。

① 以下の反応の反応名を答えて下さい。



② (a)アルコール、(b)エーテル、(c)ケトン、(d)アルデヒド、(e)カルボン酸の有機化合物の中で、以下の(1)~(6)に当てはまる有機化合物を全て答えて下さい。((a)~(e)で答えること)

- (1) 加熱条件下、トルエンを過マンガン酸カリウムで反応させると生成する。
- (2) シクロヘキサノールを Jones 試薬で反応させると生成する。
- (3) 硫酸を加え高温下(約 180°C)で脱水するとエチレンが生成する。
- (4) フェーリング試薬と反応し  $\text{Cu}_2\text{O}$  の沈殿が析出する。
- (5) アルコール溶液を濃硫酸と比較的低い温度(約 140°C)で加熱すると生成する。
- (6) 無水酢酸を加水分解すると生成する。

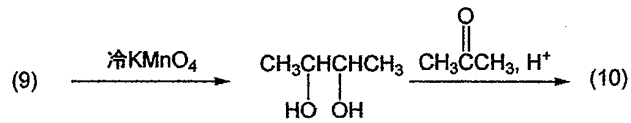
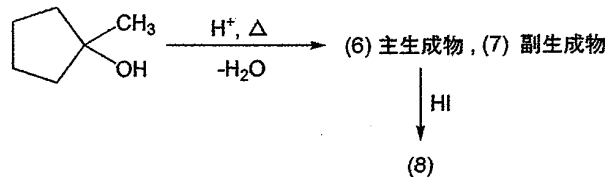
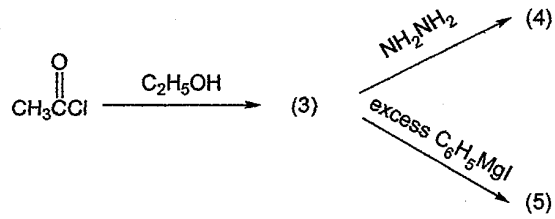
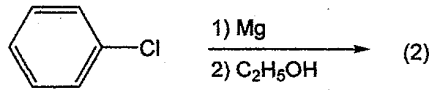
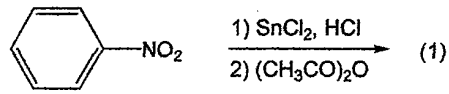
③ 以下の(1)~(3)の化合物に対して、それぞれ(1)炭酸水素ナトリウム、(2)臭素(暗所下)、(3)二酸化炭素(ドライアイス)を反応させる場合、反応する化合物名とその生成物の分子構造を答えて下さい。

- (1) フェノール、シクロヘキサノール、安息香酸
- (2) シクロペンテン、シクロペンタン
- (3) 安息香酸ナトリウム、ナトリウムフェノキシド( $\text{ArO}^-\text{Na}^+$ のこと)

[ 計 算 用 紙 ]



2 次の(1)から(10)にあてはまる化合物の構造を答えて下さい。



[ 計 算 用 紙 ]

(平成29年度専攻科前期【専】有機化学)

# 専攻科

平成 28 年 6 月 28 日実施

平成 29 年度専攻科入学者選抜学力検査【前期】問題

## 【専門科目】物理化学

(配点)

1	46 点
2	54 点

### (注 意)

- 1 問題用紙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4ページまで、解答用紙は2枚である。  
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。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。

1 ナフタレン (分子量 128.17) の燃焼に関する設問に答えなさい。なお、数値を答える場合は有効数字3桁で答えること。

(1) ナフタレンは完全燃焼により二酸化炭素と水を生じる。ナフタレンの完全燃焼の反応式を書きなさい。

(2) 0.700 g のナフタレンの完全燃焼によって生じる二酸化炭素と水のモル数を答えなさい。

(3) ナフタレン (固体)、水 (液体)、二酸化炭素 (気体) の生成熱はそれぞれ、 $-77.7\text{kJ/mol}$ 、 $285.5\text{kJ/mol}$ 、 $393.3\text{kJ/mol}$  である。ナフタレンの燃焼熱を求めなさい。なお、解答過程も評価の対象とする。

(4) 0.700 g のナフタレンの完全燃焼によって生じる二酸化炭素の  $298.15\text{K}$  における 1 気圧 ( $1013\text{ヘクトパスカル}$ ) の体積を求めなさい。なお、解答過程も評価の対象とする。ただし、二酸化炭素を理想気体とし、気体定数  $8.314\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  を解答過程に必ず用いること。

[ 計 算 用 紙 ]

2 1モルの気体の体積変化の断熱過程に関する次の文を読んで、設問に答えなさい。

圧力  $P$  と体積  $V$  の間に成り立つ関係式として、①式で表される A の法則が知られている。

$$P_i V_i = P_f V_f \quad \text{①}$$

ここで、下付きの  $i$  は初めの状態 (initial)、 $f$  は最終状態 (final) を示す。この法則が成り立つためにはある条件が必要である。断熱過程では①式が成り立たず、次式が与えられる。

$$P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma \quad \text{②}$$

②式を導いてみよう。断熱過程の場合、熱量変化  $dq$  に関して次の式が成り立つ：B。また、熱力学第一法則の式は内部エネルギーの変化量  $dU$ 、 $dq$ 、仕事量  $dw$  を用いると、C と表される。また、 $dw$  は圧力  $P$  と体積の変化量  $dV$  を用いて、D と表される。ここで、B と D を C に代入すると、内部エネルギー変化  $dU$  は E となる。一方、 $dU$  は定積モル熱容量  $C_V$  と温度変化  $dT$  を用いて、F と表すこともできる。これらは共に内部エネルギーの変化量を示すものなので、E と F が等しいと置き、理想気体の状態方程式を用いて物質質量  $n$  を 1、気体定数を  $R$  とすると、③式が得られる。

$$(1/T) dT = -(\underline{G})(1/V) dV \quad \text{③}$$

③式の両辺を積分すると④式が得られる。

$$\ln(T_f/T_i) = \ln(V_i/V_f)^{\gamma-1} \quad \text{④}$$

ここで、理想気体に対しては定圧モル熱容量  $C_p$  と  $C_V$  の差 ( $C_p - C_V$ ) は  $R$  に等しいことから、 $\gamma$  は H と表すことができる。④式の対数を外した式と理想気体の状態方程式を組み合わせると、②式を得る。

(1) 文中の空欄 A から H に入る最も適切な語句や式を答えなさい。

(2) 二重下線部の「ある条件」とはどのような条件なのか答えなさい。

[ 計 算 用 紙 ]

(平成29年度専攻科前期【専】物理化学)

# 専攻科

平成 28 年 6 月 28 日実施

平成 29 年度専攻科入学者選抜学力検査【前期】問題

## 【専門科目】化学工学

(配点)

1	40 点
2	60 点

### (注 意)

- 1 問題用紙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 2 ページまで、解答用紙は 2 枚である。  
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。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。



1 次の物質収支に関する問題について各設問に答えよ。(解答はいずれも有効数字3けた)

- (1) 12.4 wt%の水酸化ナトリウム水溶液に、77.7 wt%の水酸化ナトリウム水溶液を200 kg 加えたところ、18.6 wt%の水酸化ナトリウム水溶液になった。12.4 wt%の水酸化ナトリウム水溶液は何 kg 必要か求めよ。
- (2) 30.0 kg の炭素を、200 kg の酸素を送って完全燃焼させた。燃焼ガス中の二酸化炭素の量は何 kg および酸素量(過剰量も含む)は何 kg になるか求めよ。原子量はC:12.0、O:16.0 とする。

2 次の流動と伝熱に関する問題について各設問に答えよ。(解答はいずれも有効数字3けた)

- (1) 質量流量 120 kg/s で流れている密度 2300 kg/m<sup>3</sup> の流体がある。体積流量 (m<sup>3</sup>/s) に換算せよ。
- (2) 内径 41.6 mm の鋼管を用いて水を 15.0 m<sup>3</sup>/h で輸送したい。平均流速は何 m/s になるか。円周率は 3.14 で計算せよ。
- (3) 内径 41.6 mm、外径 48.6 mm、管長さ 15.0 m の鋼管がある。鋼管内壁の温度が 300 K、外壁の温度が 150K、鋼管の熱伝導率は 40.0 W/(m·K) のとき、この鋼管の伝熱量(W)を求めよ。なお、熱損失はないものとする。また、対数平均温度差を用い、円周率は 3.14 で計算せよ。

[ 計 算 用 紙 ]

(平成29年度専攻科前期【専】化学工学)

# 専攻科

平成 28 年 6 月 28 日実施

平成 29 年度専攻科入学者選抜学力検査【前期】問題

## 【専門科目】生物化学

(配点)

1	50 点
2	50 点

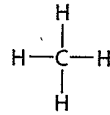
### (注 意)

- 1 問題用紙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 4 ページまで、解答用紙は 2 枚である。  
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。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

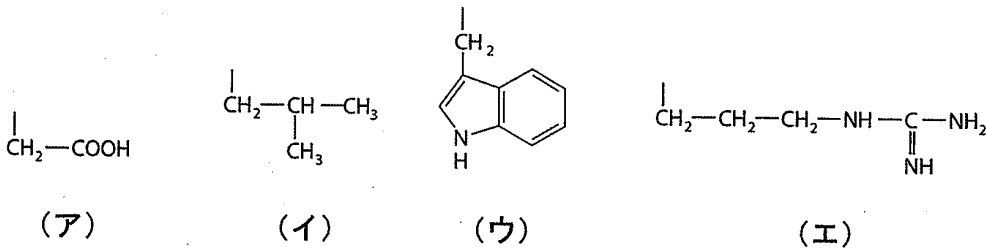
生体を構成する重要な化学物質、いわゆる生体分子には、(ア)、タンパク質、(イ)、糖の4種類がある。このうち(ア)は、主に遺伝情報の保持に使われる。(イ)は生体膜の主成分であり、かつ化学エネルギーの貯蔵にも利用される。糖は、生体にとって最も利用しやすいエネルギー源だが、植物の細胞壁の主成分、(ウ)も糖の一種であるように生体の構造形成にも役立っている。タンパク質は、(エ)種類の①アミノ酸がペプチド結合によってつながった高分子であり、複雑な立体構造をとる。タンパク質の化学構造は②1次構造から4次構造に分けられる。その複雑な構造のおかげで、③タンパク質は様々な機能を持つことが可能で、そのなかでも酵素と呼ばれるタンパク質の一群は、化学反応を触媒する。

- (1) (ア)から(エ)にあてはまる適当な語句、または数字を答えよ。  
(2) 下線部①について、官能基のイオン化状態に注意し、アミノ酸(プロリンを除く)の構造式を描きなさい。ただし、側鎖はRとし、pHは7.0とする。構造式は下図を参考にしなさい。



例:メタン

- (3) 次の(ア) - (エ)の側鎖をもつ各化合物の名称、アルファベット3文字表記、およびアルファベット1文字表記の3つをそれぞれ答えなさい



- (4) 下線部②について、タンパク質の2次構造として、代表的なものを2つあげなさい。  
(5) 下線部③について、次のタンパク質の働き(どこで、どのような役割をするのか)について簡潔に説明しなさい。  
(ア) ヘモグロビン  
(イ) ミオシン  
(ウ) ペプシン

[ 計 算 用 紙 ]

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

人間の体内で、①グルコースは酸素を利用して、最終的に無機物の二酸化炭素と水にまで分解される。この過程で得られたエネルギーが生体エネルギー、②ATPに変換される。グルコースからのエネルギー獲得経路は、大きく、解糖系、(ア)、(イ)の3つに分けることができる。解糖系では、グルコースが(ウ)にまで分解される。この過程は嫌気的条件下でも進む。次に(ウ)は、酵素の働きを受けて(ア)に入る。(ア)の反応場所は、ミトコンドリアの(エ)である。(ア)の反応経路は環状で、二酸化炭素やGTP、さらに還元型の電子伝体のFADH<sub>2</sub>や③NADHが作られる。この後の(イ)では、ここで還元された電子伝達体、特にNADHが主役となる。NADHはミトコンドリアの(オ)に存在する複数の呼吸鎖複合体によって酸化され、その還元力はプロトンの電気化学ポテンシャル差、 $\Delta\mu_H$ に変換される。この $\Delta\mu_H$ を利用して、ATPを合成する酵素が(カ)であり、このようなATP生産過程を(キ)と呼ぶ。

植物の葉緑体で起こる④光合成は(イ)と類似点が多い。光合成では、化学エネルギーの代わりに太陽からの(ク)エネルギーを $\Delta\mu_H$ に変換する。葉緑体でも $\Delta\mu_H$ を利用して(カ)がATPを生産する。このように、葉緑体でのATP生産過程を(キ)に対して(ケ)と呼ぶ。

- (1) (ア)から(ケ)にあてはまる適当な語句、または数字を答えよ。
- (2) 下線部①について、この反応式を書きなさい。
- (3) 下線部②について、ATPが加水分解されて生じる反応産物の名称を答えよ。ただし、産物は1つとは限らない。
- (4) 下線部③について、NADHによく似た物質としてNADPHがある。このNADPHの代謝における役割を簡潔に説明しなさい。
- (5) 下線部④について、葉緑体で炭酸固定を行う酵素の名称を答えなさい。

[ 計 算 用 紙 ]