

令和 6 年 7 月 17 日実施

令和 7 年度専攻科入学者選抜学力検査問題

【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 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、すべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 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 原子構造に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 原子やイオンの全電子の軌道状態を示す表現を電子配置という。基底状態における原子の電子配置は、「1つの原子内では、4つの量子数で規定されるある1つの状態をとる電子は1個しかない」という(①)の排他原理と、「エネルギー準位が同じ軌道が複数存在するときは、電子はなるべくスピンの向きになるように配置される」という(②)の規則によって決められる。括弧内に入る人名を答えなさい(カタカナとアルファベットのどちらでも可)。

(2) 次の原子、イオンの基底状態における電子配置(例： ${}_1\text{H}$ の場合 $1s^1$)と不対電子数を答えなさい。

① ${}_{20}\text{Ca}$ ② ${}_{22}\text{Ti}^+$ ③ ${}_{34}\text{Se}$

(3) Bohrの原子模型において、水素原子の電子が $n=3$ の軌道から $n=1$ の軌道に遷移した。このとき、遷移前後のエネルギー差 ΔE および放出される光の波長 λ を求めなさい。ただし、 n 番目の軌道のエネルギー E_n および ΔE は次式で表される。

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \quad \Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

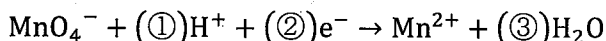
基底状態のエネルギー E_1 は $-2.179 \times 10^{-18} \text{ J}$ 、プランク定数 h は $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 、真空中の光速 c は $2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ とする。

2 酸化と還元について以下の問いに答えなさい。

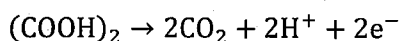
(1) 次の化合物およびイオンの下線部の原子の酸化数を答えなさい。符号も明確に示すこと。

① $\underline{\text{Mn}}\text{SO}_4$ ② $\text{H}_2\underline{\text{O}}_2$ ③ $\underline{\text{Mn}}\text{O}_4^-$

(2) 過マンガン酸イオンの半反応式は以下のように表せる。括弧内の数値を答えなさい。



(3) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 とシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ の酸化還元反応式を答えなさい。ここで、シュウ酸の半反応式を以下に示す。



(4) シュウ酸(分子量 90.03)を 1.125 g 秤量し、250 mL メスフラスコを用いてシュウ酸水溶液を調製した。このシュウ酸水溶液 10.00 mL をコニカルビーカーに取り、さらに硫酸を加えて酸性条件下で過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定したところ、19.57 mL 加えたときに終点に達した。この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を求めなさい。

[計 算 用 紙]

令和 6 年 7 月 17 日実施

令和 7 年度専攻科入学者選抜学力検査問題

【専門科目】 有機化学

(配点)

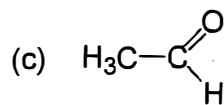
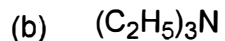
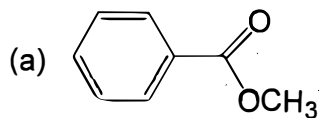
1	50 点
2	50 点

(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、すべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 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 以下の問いに答えよ。

(1) 以下の化合物の化合物名(和名(日本名)と英名)を答えよ。



(2) 以下の組み合わせにおいて、塩基性のもっとも高い化合物の化合物名と構造をそれぞれ答えよ。

(a) メチルアミンとトリメチルアミン

(b) エチルアミン、アセトアミド、エタノール

(c) アニリンと *p*-ニトロアニリン

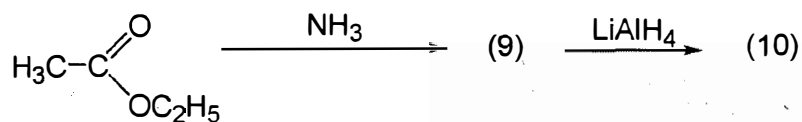
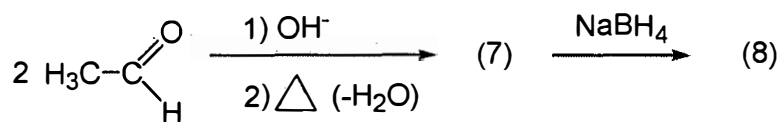
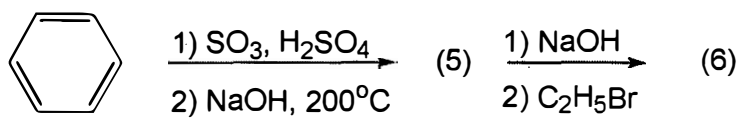
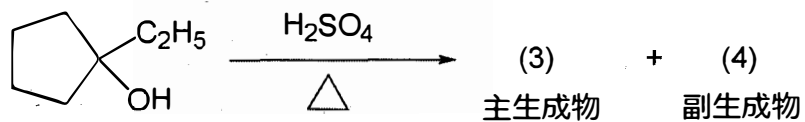
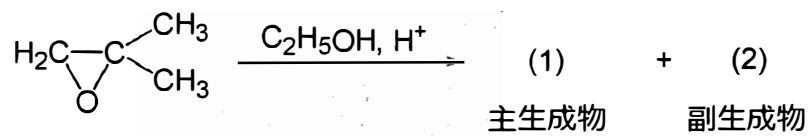
(3) 酸性条件下、サリチル酸と $[\text{^{18}\text{O}}]$ -エタノールの反応式を答えよ。

(4) 塩基性(NaOCH_3)条件下、2分子のプロピオン酸メチル(プロパン酸メチル)の反応式を答えよ。

[計 算 用 紙]

2

(1)から(10)の化合物の構造を答えよ。



[計 算 用 紙]

令和 6 年 7 月 17 日実施

令和 7 年度専攻科入学者選抜学力検査問題

【専門科目】物理化学

(配点)

1	50 点
2	50 点

(注 意)

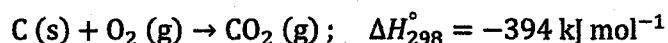
- 1 問題用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 問題用紙は 1 ページから 4 ページまで，解答用紙は 2 枚である。
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 答えは，すべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 4 解答用紙の総得点欄および得点欄には記入しないこと。
- 5 計算用紙は本冊子から切り離さないこと。

- 1 反応熱について、以下の問題に答えなさい。解答用紙には解答のみ記入し、単位も記述すること。

- (1) 次の文章について、[] に当てはまる言葉を書きなさい。

内部エネルギーとエンタルピーは状態量であるため、化学反応が起きた時の変化量は、反応系の最初の状態と最後の状態によって決まる。故に、反応が1段階で起こっても数段階に分かれて起こっても、それぞれの反応熱は同じである。これを [イ] の法則という。

下記熱化学方程式は、 $\text{CO}_2(\text{g})$ が C や O 等単体から生成する反応熱を示している。標準状態 (101.3 kPa 下) における生成物 1 mol あたりの生成熱を [ロ] 熱 (ΔH_f°) という。298 K、101.3 kPa における単体のエンタルピーは [ハ] である。298 K で生じる反応の熱エネルギー $-\Delta H_{298}^\circ$ を、[ニ] 熱という。



- (2) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ は以下の式で生成するとする。この反応について、以下の問いに答えなさい。



- a) $\text{CO}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ が燃焼する時のそれぞれの熱化学方程式を書きなさい。 $\text{CO}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ の燃焼熱は、 -394 kJ mol^{-1} 、 -286 kJ mol^{-1} 、 -764 kJ mol^{-1} とする。

- b) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ の ΔH_f° を求めなさい。

- (3) 反応熱の温度依存性について、以下の問いに答えなさい。

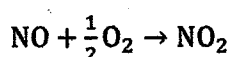
- a) 反応が 298 K 以外の温度で起こる時の反応熱を計算する際、下式で計算できる。

$$\Delta H_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ + \int_{298}^T [\text{ホ}] dT$$

[ホ] に当てはまるものを、以下の選択肢から選びなさい。

- (A) 定圧熱容量 (B) 定圧熱容量の差 (C) 定圧熱容量の和 (D) エンタルピーの差

- b) 下記反応が 373 K で生じる時の反応熱を求めなさい。 NO_2 の ΔH_{298}° は $33.18 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 NO_2 、 NO 、 O_2 の定圧モル熱容量は $42.93 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、 $26.93 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、 $25.60 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ であり、定圧モル熱容量は温度によらず一定と考えて構わない。有効数字 3 桁で解答すること。



[計 算 用 紙]

② 相平衡について以下の問題に答えなさい。解答用紙には解答のみ記入し、単位も記述すること。気体定数 R は $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。

(1) 次の状態の自由度を求めなさい。

a) 沸騰している湯

b) 砂糖水

(2) 次の文章について、[] に当てはまる言葉を書きなさい。

化学的組成と物理的性質が均一な状態のことを、物質の [イ] という。ある [イ] から他の [イ] への自発的な変化を [ロ] という。複数の [イ] が共存して平衡状態になることを [ハ] という。[ハ] の時、平衡状態にある [イ] 間の化学 [ニ] は等しい。

(3) 純物質における相転移の圧力-温度の関係を表す式として、クラウジウスクラペイロンの式がある。気相-液相間では、この式は以下のように表現できる。

$$\frac{1}{p} dp = \frac{\Delta H_{vap}}{RT^2} dT$$

この式を用いて、以下の問いに答えなさい。

a) 上式を、 ΔH_{vap} は一定として、不定積分しなさい。

b) a) で求めた式を用いて、物質の蒸発エンタルピーを実験的に求められる。ある物質の蒸発エンタルピーを実験的に求めるには、どのようなデータを採取して、どのように計算すればよいか説明しなさい。

c) 温度 T_1 における蒸気圧を p_1 、温度 T_2 における蒸気圧を p_2 として、上式を定積分しなさい。

d) 80.00 kPa における水の沸点 (絶対温度) を求めなさい。101.3 kPa における水の沸点は 373 K、水の蒸発エンタルピーは $40.66 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。有効数字 3 桁で解答すること。

[計 算 用 紙]

令和 6 年 7 月 17 日実施

令和 7 年度専攻科入学者選抜学力検査問題

【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、すべて解答用紙の枠内に記入すること。
- 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。

遺伝子の発現は、(a) DNA が (①) され RNA がつくられ、RNA が (②) されてタンパク質が合成される。タンパク質はアミノ酸の α 炭素に結合したアミノ基とカルボキシ基がアミド結合したものが多数つながったもので、このアミノ酸同士のアミド結合を特に (③) 結合という。タンパク質の主鎖には方向性があり、アミノ基が存在する側を (④) 末端、カルボキシ基が存在する側を (⑤) 末端という。タンパク質は立体構造を形成するが、アミノ酸配列で最も基本的な構造を一次構造と呼ぶ。ライナス・ポーリングがタンパク質の立体構造を X 線結晶構造解析した結果、二次構造では (⑥) ヘリックスや (⑦) シートがあることを発見した。二次構造をとったポリペプチド鎖はさらに折りたたまれ三次構造を形成する。生体内では複数のタンパク質分子が集合体を形成する四次構造をとり、個々のタンパク質は (⑧) と呼ばれる。タンパク質の代表的な四次構造として、赤血球に大量に含まれる (⑨) がある。

(⑨) には (b) 鉄原子を含む低分子有機化合物 が結合している。

(1) 空欄①～⑨に当てはまる適切な語句を記せ。ただし、③・⑧・⑨はカタカナ、④・⑤はアルファベット、⑥・⑦はギリシャ文字で答えよ。

(2) 問題文中の下線部 (a) の概念を何というか答えよ。

(3) 問題文中 (⑨) の生体内での役割を答えよ。

(4) 問題文中の下線部 (b) を何というか。カタカナで答えよ。

[計 算 用 紙]

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

(a) PCR 法は、特定の DNA 断片を試験管内で大量に増幅させる技術である。2 本鎖 DNA はその鎖がお互いに (①) 結合で結ばれている。90℃以上の高温にすると (①) 結合が切れ 1 本鎖の DNA となる。これを (②) という。次に温度を 55℃～60℃程度に下げることにより、1 本鎖 DNA を鋳型として、短い DNA 断片である (③) が (b) 相補的に結合する。これを (④) という。酵素である DNA (c) (⑤) が DNA の原料である dNTP を取り込みながら DNA の鎖を合成していく。この反応を繰り返すことで、短時間に大量の DNA を得ることができる。

(1) 空欄①～⑤に当てはまる適切な語句を記せ。ただし、③～⑤はカタカナで答えよ。

(2) 問題文中の下線部 (a) の正式名称を答えよ。

(3) 問題文中の下線部 (b) について、DNA を構成する 4 種類のヌクレオチドの塩基の略称をアルファベットで書け。そして、相補的なペアを 2 つアルファベットで答えよ。

(4) 問題文中の下線部 (c) はどのような菌から得られたものか答えよ。

(5) 2020 年、世界的パンデミックを起こした新型コロナウイルスの感染検査に PCR 法が使われている。PCR 法は DNA を増幅させる方法であるが、新型コロナウイルスは RNA ウイルスである。そのため、RNA から DNA に変換させなければいけない。この時使われる酵素の名称を答えよ。

[計 算 用 紙]