

令和9年度専攻科入学者選抜検査

(学力一次) 検査問題

生物応用化学専攻

専門科目

(検査時間 90分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～7ページです。
- 2 6科目(無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、化学工学、生物化学)全てに解答してください。
- 3 電卓は、所定のものを使用可能です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

## 科目名 無機化学

1. 例にならい、 ${}_{16}\text{S}$  および  ${}_{29}\text{Cu}$  の電子配置を示せ。

(例)  ${}_{20}\text{Ca} / 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^2$

2. 以下のイオンをそれぞれイオン半径の大きい順に並べよ。

(1)  ${}_{17}\text{Cl}^-$ 、 ${}_{9}\text{F}^-$ 、 ${}_{53}\text{I}^-$

(2)  ${}_{25}\text{Mn}^{4+}$ 、 ${}_{25}\text{Mn}^{3+}$ 、 ${}_{25}\text{Mn}^{2+}$

(3)  ${}_{4}\text{Be}^{2+}$ 、 ${}_{38}\text{Sr}^{2+}$ 、 ${}_{55}\text{Cs}^+$

3. 3つの容器には、鉄錯イオン  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 、 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 、 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$  のいずれかの溶液が入っている。溶液の色は、黄色、紫色、緑色の3種類であった。黄色溶液と紫色溶液の容器には、それぞれ何の錯イオン溶液が入っているか答えよ。分光化学系列および補色の関係は、以下を参考にせよ。

分光化学系列： 弱い場  $\text{I}^- < \text{Cl}^- < \text{NO}_3^- < \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \text{NO}_2^- < \text{CN}^-$  強い場

補色の関係：

色	紫	青	緑	黄	橙	赤
補色	黄	橙	赤	紫	青	緑

## 科目名 有機化学

1. 有機化合物の酸と塩基について、以下の問いに答えよ。

(1) 共役酸と共役塩基について、それぞれ説明せよ。

(2) メタノールに酸 ( $H^+$ ) あるいは塩基 ( $OH^-$ ) を加えると、どのような化学種が生成するか、それぞれ反応式を書いて答えよ。

(3) 酢酸、塩酸およびフッ化水素酸について、強い酸の順番にその化学式を書け。また、これら酸の共役塩基において、塩基性の強い順番にその化学式をイオンの状態で書け。

2. 以下の表は、芳香族求電子置換反応をまとめたものであるが、表中の (ア) ~ (オ) には化学式を、(カ) ~ (コ) には構造式を書け。

反 応	試 薬	触 媒	求電子剤	生成物
ニトロ化	$HNO_3$	$H_2SO_4$	(ア)	(カ)
ハロゲン化	$Cl_2$	$FeCl_3$	(イ)	(キ)
スルホン化	$H_2SO_4$	—	(ウ)	(ク)
Friedel-Crafts アルキル化	R-X	$AlCl_3$	(エ)	(ケ)
Friedel-Crafts アシル化	$RCOCl$	$AlCl_3$	(オ)	(コ)

## 科目名 物理化学

1. 理想気体に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 気体分子運動論より、分子 1 個の質量が  $m$  である  $N$  個の気体分子が体積  $V$  において示す圧力  $P$  は、次式で与えられる。

$$P = \frac{Nm\overline{u^2}}{3V}$$

ここで、 $\overline{u^2}$  は  $N$  個の気体分子についての速度の二乗の平均値である。この式と理想気体の状態方程式を比較することで、根平均二乗速度( $\sqrt{\overline{u^2}}$ )を表す次式を導け。

$$\sqrt{\overline{u^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

ここで、 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度、 $M$  は気体のモル質量である。

- (2) 20°C の  $N_2$  気体について、根平均二乗速度を求めよ。単位も示すこと。ただし、 $N_2$  のモル質量 28.0 g/mol、気体定数 ( $R$ ) = 8.31 J/(K·mol) とする。

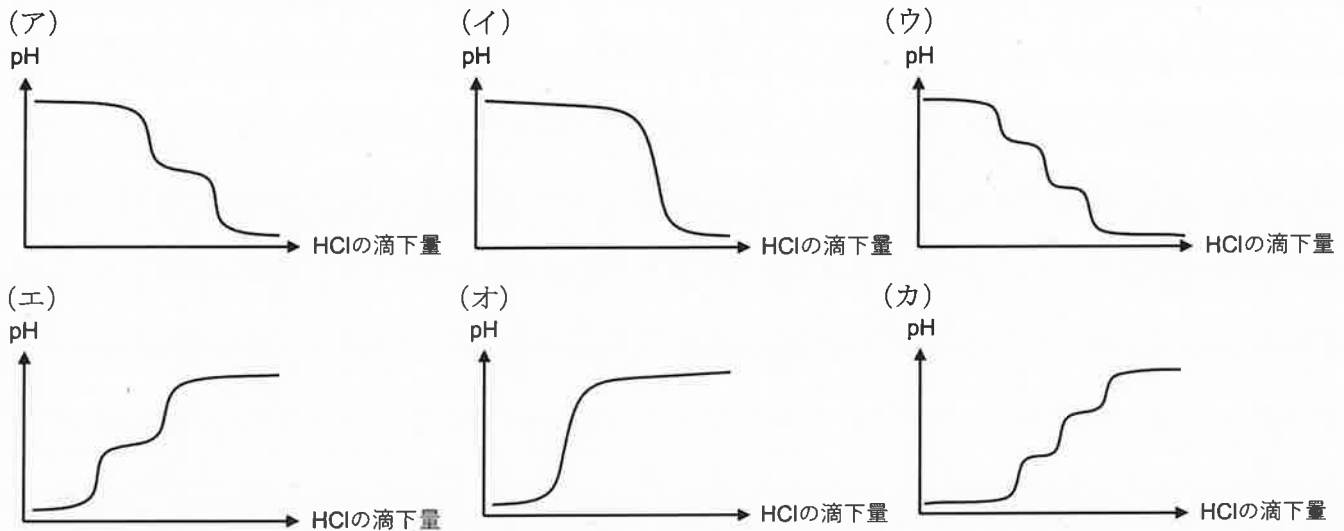
2. ( ) 内に適当な語句、数値を入れよ。

- (1) 熱力学を完成させたクラウジウスは、熱力学第一法則と熱力学第二法則をまとめて次のように述べた。系と外界からなる宇宙の ( ア ) は一定であり、宇宙の ( イ ) は極大値に向かって増加する。したがって、断熱系 (あるいは孤立系) では ( イ ) が ( ウ ) する方向に系の状態は自然に (自発的に) 変化する。
- (2) 熱力学第三法則は、( エ ) 物質で ( オ ) 結晶のエントロピー ( $S$ ) は 0 K において ( カ ) であると表現できる。一方、ボルツマンは 微視的立場から、 $S = k_B \ln W$  の式を理論的に導いた。 $k_B$  はボルツマン定数、 $W$  は微視的状态数である。0 K における ( エ ) 物質で ( オ ) 結晶の  $W$  の値は ( キ ) であるため、 $S$  の値は ( ク ) となり、熱力学第三法則の結果と一致する。

## 科目名 分析化学

1. 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合溶液の中和滴定に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 塩酸を用いて混合溶液の滴定を行うとき、混合溶液の各成分が塩酸と中和する反応式をそれぞれ書け。  
ただし、炭酸ナトリウムとの反応は1段階ずつ反応する2段階の反応として示すこと。
- (2) 混合溶液に塩酸を滴下していくときのpHの変化と塩酸の滴下量の関係が適切に示されたグラフを記号で答えよ。



- (3) 混合溶液を 20 mL 量り取り、濃度 0.10 mol/L 塩酸で滴定を行ったところ、第一中和点までに塩酸 30 mL を要した。引き続き滴定を行ったところ、第二中和点までに塩酸 10 mL を加える必要があった。塩酸のファクターを考慮しない ( $f=1.000$ ) とき、混合溶液中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのモル濃度をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

2. 吸光分光法に関する以下の問いに答えよ。

化合物 X が溶けている試料溶液 1 L を 200 倍に希釈して、光路長 1.0 cm のセルで吸光度を測定したところ、吸光度は 0.60 であった。化合物 X (分子量: 150) のモル吸光係数が  $4.0 \times 10^5 / (\text{cm} \cdot \text{M})$  であるとき、希釈前の溶液に溶けている化合物 X の質量 (g) を有効数字 2 桁で求めよ。

科目名 化学工学

1. 次は 20°Cにおける水銀の物性値である。これを単位換算せよ。ただし、 $1 \text{ P} = 1 \text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{s})$ 、 $1 \text{ cal} = 4.19 \text{ J}$  とする。

(1) 密度  $13.5 \text{ g}/\text{cm}^3 = ( \quad ) \text{ kg}/\text{m}^3$

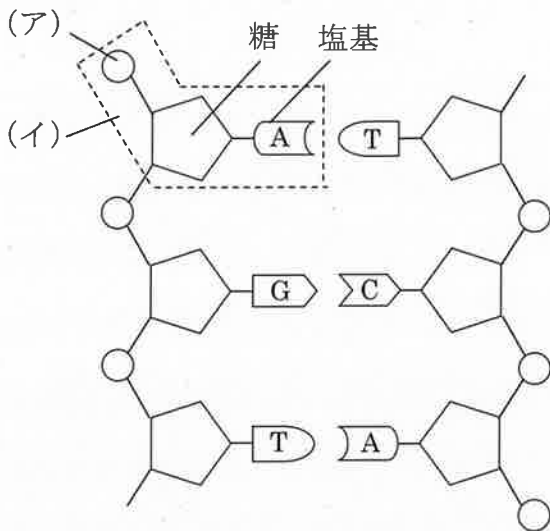
(2) 粘度  $1.55 \text{ cP} = ( \quad ) \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$

(3) 熱伝導度  $7.13 \text{ kcal}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}) = ( \quad ) \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

2. 内径 5.40 cm、長さ 20.0 m の円管にエチレングリコールを 1.20 kg/s で流しているときの摩擦損失は何 J/kg か。ただし、エチレングリコールの密度は  $1.11 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、粘度は  $1.57 \times 10^{-2} \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$  とする。

科目名 生物化学

1. 下の図は、DNA の構造を示したものである。以下の間に答えよ。



- (1) DNA を構成する物質のひとつである図中の (ア) の物質名を答えよ。
- (2) 図中の点線で囲まれた (イ) は DNA の基本単位である。これを何というか答えよ。
- (3) ある生物の細胞から抽出した DNA の塩基の割合を調べたところ、全塩基数の 23% が A であった。残りの塩基 T、G、C の割合をそれぞれ答えよ。

2. タンパク質の合成について、次の文章を読み、以下の間に答えよ。

遺伝子の塩基配列が RNA に写し取られる過程を (ア) という。このとき合成される RNA は (イ) と呼ばれる。真核生物の場合、この (イ) には (a) 不要な配列 が含まれており、これを除去し、(b) 必要な配列 どうしをつなぎ合わせる過程を (ウ) という。加工され、成熟した (イ) は核膜孔を通過して細胞質へ移動する。細胞質では、(エ) RNA が特定のアミノ酸をリボソームへと運ぶ。リボソームは (イ) の (オ) を読み取りながら、対応するアミノ酸をペプチド結合でつなげていく。この過程を (カ) という。このような「DNA→RNA→タンパク質」という流れを (キ) という。

- (1) 文中の空欄 (ア) ~ (キ) に適当な語句を入れよ。
- (2) 文中の下線部 (a)、(b) をそれぞれ何というか答えよ。
- (3) 遺伝子の塩基配列を写し取る酵素を何というか答えよ。