

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	物理化学	この科目について (                    2)枚のうち(                    1)枚目
--------------	------	--

注：大問ごとに1枚ずつ解答用紙を使用せよ。なお、問題番号を明記すること。表面で書ききれない場合は、解答用紙の裏面を使用して構わない。

必要であれば以下のパラメータを用いよ。

気体定数  $R=8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$      $0^\circ\text{C}=273 \text{ K}$     ファラデー定数  $F=96485 \text{ C mol}^{-1}$

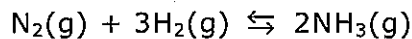
原子量    H: 1.00, C: 12.0, N: 14.0, O: 16.0

【問題1】

- 1) 熱力学の第3法則について説明せよ。
- 2) ある分子Aは、絶対温度0 Kにおいて、エネルギー的に等価な3つの状態をとることが知られている。この分子Aの絶対温度0 Kにおけるモルエントロピーを推定せよ。

【問題2】

工業的には、以下に示す反応式により、アンモニア( $\text{NH}_3$ )は窒素( $\text{N}_2$ )と水素( $\text{H}_2$ )から作られる。

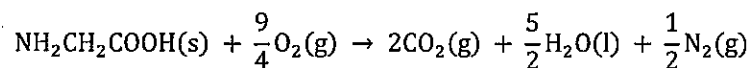


また、 $25^\circ\text{C}$ において $\text{NH}_3(\text{g})$ の標準生成エンタルピーは、 $-46.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ であり、標準モルエントロピーは、 $192.3 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。 $\text{N}_2(\text{g})$ と $\text{H}_2(\text{g})$ の標準モルエントロピーは、それぞれ  $191.5 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $130.6 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

- 1)  $25^\circ\text{C}$ の標準条件のもとで、この反応の標準反応エンタルピーと標準反応エントロピーを求めよ。
- 2)  $25^\circ\text{C}$ の標準条件のもとで、この反応は自発的かあるいは非自発的か、その理由とともに解答せよ。
- 3) 標準条件のもと、ある温度でこの反応の自発性が変化する。その温度を理由とともに解答せよ。ただし反応エンタルピーと反応エントロピーは、温度の影響を受けないものとする。
- 4) 工業プロセスにおいては、高温（ $500^\circ\text{C}$ 程度）、高圧で反応が行われる。その理由を述べよ。

【問題3】

容器とその外部との間で熱や仕事のやり取りがないボンベ熱量計を使って、10 gのグリシンを燃焼させたときに得られた熱は、 $25^\circ\text{C}$ において130 kJであった。化学反応式は以下のよう表すことができる。



- 1) この燃焼に伴うグリシン1 molあたりの内部エネルギー変化を求めよ。
- 2) この反応の標準反応エンタルピーを求めなさい。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	物理化学	この科目について (            2)枚のうち(            2)枚目
--------------	------	--

【問題4】 活性化エネルギー  $E_a$  が  $60.0 \text{ kJmol}^{-1}$  の反応がある。この反応の  $30^\circ\text{C}$  における反応速度は  $20^\circ\text{C}$  と比べて何倍になるか計算せよ。なおこの範囲の温度変化はアレニウスの式中の頻度因子に影響しないものとする。

【問題5】 還元半反応  $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  で表される電極の標準電位  $E^\circ$  は  $25^\circ\text{C}$  で  $+1.23 \text{ V}$  である。以下の設問に答えよ。

- 1)  $25^\circ\text{C}$ 、生物学的標準状態におけるこの電極の電位を求めよ。
- 2) 1)の状態の電極と標準水素電極（還元半反応  $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ ）を  $25^\circ\text{C}$  で組み合わせて電池を構成する。その電池の全反応式を自発的に進行する向きに記せ。
- 3) 2)で記した全反応の  $\Delta G$  の値を計算せよ。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験  
解答例及び出題意図

専門科目名	物理化学
-------	------

【問題1】熱力学の基本法則に関する基礎知識を問う。

- 1) 絶対零度において、完全結晶のエントロピーはゼロである。
- 2)  $S = R \ln 3 \approx 9.134 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

【問題2】化学反応における熱力学的解釈の基本知識を問う。

- 1)  $\Delta H^\circ = -92.2 \text{ kJ}$      $\Delta S^\circ = -198.7 \text{ J K}^{-1}$
- 2)  $\Delta G^\circ \approx -33.0 \text{ kJ} < 0$

$\Delta G^\circ < 0$ なので、25℃・標準条件ではこの反応は自発的である。

- 3)  $\Delta G^\circ = 0$  のとき  $\Delta H = T \Delta S$  よって  $T = -92.2 / (-0.1987) = 464.0 \text{ K}$     191℃  
191℃より高温になると、反応は非自発的である。

4) 低温では反応自体は自発的に進むものの、反応速度が極めて低い。そこで高温にして反応速度を高める必要がある。しかし高温では反応が自発的に進みにくくなるため、さらに高圧条件を加える。高圧にすると、ルシャトリエの原理により圧力を下げる方向、すなわちアンモニア生成方向へ平衡が移動し、反応が進むようになる。

【問題3】内部エネルギー、エンタルピーに対する基礎的理解を問う。

- 1)  $\Delta E = -975 \text{ kJ/mol}$
- 2)  $\Delta H = -974 \text{ kJ/mol}$

【問題4】反応速度に対する温度の影響に関する理解を問う。

2.25倍

【問題5】酸化還元反応とギブズエネルギーに関する基礎的理解を問う。

- 1) 0.82 V
- 2)  $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- 3) -316 kJ/mol