

2025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し、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。なお、【問題4】のアレニウスプロットは配布されたグラフ用紙に作成すること。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 $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$

【問題1】

- 1) 水と油を混合すると、エマルジョン状態になるが、そのまま放置すると、再び水と油に分離する。これを熱力学の第二法則に基づいて説明せよ。
- 2) 一酸化炭素は絶対温度0 Kにおいて、分子の方向性が2通りあり、ランダムに配置されていると考えられている。絶対温度0 Kでの一酸化炭素1 molあたりのエントロピーを推算せよ。
- 3) 2種類の理想気体である気体Aと気体Bが、同じ温度 T 、圧力 P で、隣り合った容器に入っている。またそれぞれの物質量を n_A, n_B 、体積を V_A, V_B とする。容器の隔たりをなくすと、気体Aと気体Bは完全に混合した。混合により理想気体の性質は失われないとき、この混合による系のエントロピー変化を求めよ。

【問題2】

増殖していない酵母を用いて、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 25°C でアルコール発酵： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$ を行った。酵母の他の代謝系による生化学反応は無視し、下記の問いに対して、グルコース1 molあたりの値を答えよ。なお反応式中の化合物の標準モル生成エンタルピー ($\Delta_f H^\circ$) と、標準モルエントロピー (S_m°) は、以下の表の値を用いよ。

- 1) 二酸化炭素（気体）が発生することで、系（酵母）は、外部に対して仕事をする。そのエネルギーを推算せよ。
- 2) この反応は、発熱反応か、それとも吸熱反応であるか答えよ。またその大きさを推算せよ。
- 3) この反応による系の内部エネルギー変化を計算せよ。
- 4) 2)の熱移動による外界のエントロピー変化を計算せよ。
- 5) この反応における系のエントロピー変化を計算せよ。
- 6) この反応から理論的に得られる最大のエネルギーを推算せよ。

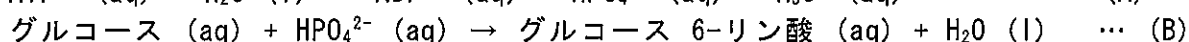
化合物	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$	-1263	-278	-393
$S_m^\circ [\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}]$	264	161	214

2025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 3】

反応式 (A) で示すATPの加水分解反応の標準反応ギブスエネルギー ($\Delta_r G^\circ$) は、298 Kで+10 kJ mol⁻¹の吸エルゴン反応である一方、pH = 7.0の生物学的標準状態では、ギブスエネルギーが負の発エルゴン反応となる。このため細胞内では、適当な酵素が存在すれば、反応式 (B) のような吸エルゴン反応と共役してそれを駆動することができる。



- 1) 298 Kの生物学的標準状態におけるATP加水分解反応のギブスエネルギー ($\Delta_r G^\circ$) を求めよ。
- 2) ATPを利用したグルコースからグルコース 6-リン酸への変換反応の反応式を記せ。
- 3) ATPを利用したグルコースからグルコース 6-リン酸への変換反応の37°Cにおける生物学的標準反応ギブスエネルギーが、-17 kJ mol⁻¹であるとして、その平衡定数 (K') を計算せよ。

【問題 4】

化合物Aの分解反応の速度定数 k_r を各温度で測定したところ以下の表の関係が得られた。

T (K)	298	302	306	310
k_r (10 ⁻⁴ s ⁻¹)	5.4	8.9	14	23

- 1) この反応の活性化エネルギーをグラフ用紙にアレニウスプロットを作成し概算せよ。最小二乗法を利用して計算しても良い。
- 2) 酵素X存在下で、この反応の活性化エネルギーは50 kJ mol⁻¹にまで減少する。25°Cから37°Cに温度が上昇すると、反応速度はどのように変化するか述べよ。なお、この温度範囲で酵素の性質は変化しないものとする。

2025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

物理化学

2024年8月28日

出題意図：

熱力学およびその各法則、相平衡、化学平衡、電気化学、反応速度、光分光法といった物理化学に関する基本的な知識を問う。