

令和 7 年度宇都宮大学第 3 年次編入学試験問題

化学

農学部 応用生命化学科

令和 6 年 6 月 13 日（木）実施

9 時 00 分～10 時 00 分

令和 7 年度宇都宮大学農学部第 3 年次編入学試験問題

宇都宮大学農学部

科目名： 化学	学科名： 応用生命化学科
---------	--------------

解答用紙と一緒に下書き用紙も提出すること。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H: 1.00, O: 16.0, Na: 23.0

温度 $0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$

第 1 問

1 価の弱酸 HA 0.180 g を水 25.0 mL に溶かし、濃度 0.15 mol/L の NaOH 水溶液で滴定した。当量点（完全な中和）に到達するまでに必要な NaOH 水溶液の体積は 20.0 mL であった。次の問いに答えよ。

問 1 この NaOH 水溶液 20.0 mL に含まれる NaOH の物質量 (mol) を求めよ。

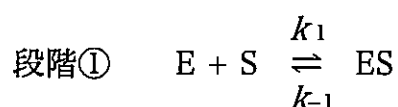
問 2 この弱酸 HA のモル質量 (g/mol) を答えよ。

問 3 滴定中に pH を測定したところ、NaOH 水溶液を 10.0 mL 加えたときの pH は 4.75 であった。このことから、この弱酸 HA の pK_a は 4.75 であると推定される。この理由を説明せよ。

第2問

下の文中の（ ア ）～（ オ ）に入る式または語句を答えよ。

酵素が触媒する反応 $E + S \rightarrow E + P$ （E：酵素，S：基質，P：生成物）について，E と S の濃度（[E]，[S]）を用いて，この酵素反応の反応速度式を求めてみる．この酵素反応では，次のような反応機構が考えられる．



k_1 ， k_{-1} ， k_2 ，はそれぞれの反応速度の速度定数で，中間体は ES である．

$k_1 \gg k_2$ であることから，（ ア ）は段階②と考えられる．

酵素反応では ES の濃度が一定（定常状態）と仮定すると，ES が生成する速度と消失する速度は等しい．酵素の全濃度を $[E]_0$ とすると， $[E]_0 = [E] + [ES]$ であるから

$$\text{ES が生成する速度} = k_1 \times (\text{イ}) = k_1 \times ([E]_0 - [ES]) \times [S]$$

$$\text{ES が消失する速度} = k_{-1} \times [ES] + k_2 \times [ES] = (k_{-1} + k_2) \times [ES]$$

上の2つの速度が等しくなる式をつくり，定数だけを左辺にまとめると

$$(k_{-1} + k_2) / k_1 = (\text{ウ})$$

ここで， $(k_{-1} + k_2) / k_1$ を定数 K_m と定義する．[ES]について解くと

$$[ES] = (\text{エ})$$

酵素反応の反応速度式は，（ ア ）の反応速度式と同じとみなせるから

$$\text{酵素反応の反応速度 } v = (\text{オ})$$

となる．以上より，酵素反応の反応速度式を $[E]_0$ ，[S]を用いて表すことができる．

第3問

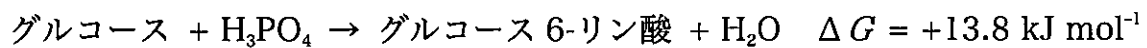
ギブズ自由エネルギーの変化 ΔG ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, T : 温度 (K)) について、次の問いに答えよ。

問1 ある反応の標準反応エンタルピーの変化 ΔH が負、標準反応エントロピーの変化 ΔS が正であるとき、この反応の ΔG は常に負となり、すべての温度で反応は自発的に進行する。別の反応が、高温では自発的に進行するが、低温では逆方向に自発的に進行するとき、この反応の ΔH と ΔS について正負の符号を答えよ。

問2 次の ΔH と ΔS をもつ反応が自発的に進行するための温度条件を答えよ。

$$\Delta H = 10.5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta S = 30 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

問3 次の2つの反応が共役して反応する反応式を書き、この反応が自発的に進行するかどうか判断せよ。また、その理由を述べよ。



第4問

問1 例にならって、ホウ素 B の電子配置を書け。(例 水素 H: $1s^1$)

問2 BF_3 の構造は平面三角形となる。中心原子 B の混成軌道を答えよ。

問3 NH_3 と BF_3 との反応をルイス構造を用いて書け。また、 NH_3 と BF_3 のどちらがルイス酸であるか答えよ。

問4 NO_3^- イオンのルイス構造と形式電荷を書け。

第5問

問1 フェノールの共役塩基の構造式を書け。

問2 *p*-ニトロフェノールがフェノールよりも強い酸である理由を、共役塩基の共鳴構造から説明せよ。

問3 炭素数4のアルキンに HBr を付加させて得られるアルケンについて、すべての異性体の構造式を書き、それらを命名せよ。

問4 グリシンとアラニンから形成されるすべてのジペプチドの構造式を書け。また、不斉炭素原子に*印を記せ。