

平成28年度入学試験（前期日程）

理 科（物理・化学）

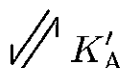
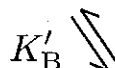
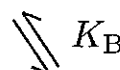
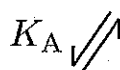
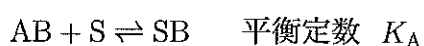
（ 医 学 部 ）

—— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で7ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は[1]から[4]まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
6. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

3

ある酵素は、基質Sが結合する活性部位を2個持っている。この酵素の活性部位をAとBとして、基質が結合していない酵素を記号ABで、基質が例えば活性部位Aに結合した酵素を記号SBで表すと、溶液中での酵素—基質複合体形成の平衡反応とそれぞれの平衡定数は、次の4種類を考えることができる。なお、いずれの化学種も沈殿は生じないものとする。



このような酵素と基質との多段階の平衡反応は、酵素と基質の反応前の全モル濃度（初期濃度） $[AB]_0$ および $[S]_0$ と平衡状態において酵素に結合していない基質のモル濃度（平衡濃度） $[S]$ を測定して、次の式で定義される酵素あたりの基質の平均結合数 n を求めて検討することが多い。

$$n = \frac{[S]_0 - [S]}{[AB]_0}$$

この酵素と基質との複合体形成の反応平衡に関する以下の問いに答えなさい。ただし、導出問題においては、導出過程も記述しなさい。

- (1) 平衡定数 K'_B をその他の3つの平衡定数 K_A , K_B , K'_A で表す関係式を導出しなさい。
- (2) 酵素の初期濃度 $[AB]_0$ と基質の初期濃度 $[S]_0$ を平衡状態の溶液中に存在している化学種のモル濃度によって表す式をそれぞれ答えなさい。ただし、例えば化学種SBの平衡状態でのモル濃度は $[SB]$ と表記しなさい。

(3) 平均結合数 n を平衡定数 K_A , K_B , K'_A と平衡濃度 $[S]$ で表す式を導出しなさい。

(4) 平衡濃度が $[S] = 0.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ のときに平均結合数が $n = 1.0$ となった。4つの平衡定数がすべて同じ値 K をとるとして、平衡定数 K を平均結合数 n と平衡濃度 $[S]$ で表す式を導出しなさい。また、平衡定数 K の値を求めなさい。

4

炭素、水素、酸素からなる化合物 A がある。その 11.5 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 22.0 mg、水 13.5 mg が生じた。さらにその分子量を測定したところ、約 46 であった。次の (1) ~ (5) の問いに答えなさい。必要があれば、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ を使いなさい。

- (1) 常温で液体である化合物 A にナトリウムを加えると反応して水素が発生した。化合物 A の名称と構造式を答えなさい。その導出過程も答えなさい。
- (2) 化合物 A を硫酸酸性の二クロム酸カリウム ($K_2Cr_2O_7$) 水溶液中で加熱し反応させ、蒸留で生成物を集めたところ、化合物 B が得られた。この化合物をフェーリング液に加えて加熱すると赤色の沈殿が生じた。化合物 B の名称と構造式を答えなさい。
- (3) 化合物 B を酸化すると、水によく溶けて弱酸性を示す化合物 C が得られた。化合物 C の名称を答えなさい。この化合物は二量体を形成する。その二量体の構造を示しなさい。共有結合以外の化学結合があれば点線で示し、その名称を図中に示すこと。
- (4) 化合物 A, B, C のそれぞれの水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて $60^\circ C$ で加温したところ、3 つの水溶液のうちの 2 つで黄色沈殿が生じた。この 2 つの化合物を記号で答えなさい。また、生じた黄色沈殿の名称と分子式を答えなさい。
- (5) 化合物 D は濃硫酸存在下で $130^\circ C$ に加熱すると化合物 A の構造異性体になる。化合物 D と化合物 C を混合し、少量の濃硫酸を加えて加熱すると揮発性の化合物 E が生じた。化合物 E の名称と構造式を答えなさい。