

問3.

(1) $K_d = \frac{[E][S]}{[ES]}$ (高校化学の範囲)

(2) $E_0 = [E] + [ES] \Leftrightarrow [E] = E_0 - [ES]$ より、

$$K_d = \frac{(E_0 - [ES])[S]}{[ES]} \Leftrightarrow [ES] = \frac{E_0[S]}{K_d + [S]} = \frac{E_0}{1 + \frac{K_d}{[S]}}$$

$$V = k_{cat}[ES] = \frac{k_{cat} E_0}{1 + \frac{K_d}{[S]}}$$

(3) $[S] \rightarrow \infty$ のときを考えて、 $V_{max} = k_{cat} E_0$ //

(基質が大量にあることによる。
このとき、酵素全てが基質と結合していることによるので、その時に反応速度が最大になるのは感覚的にも正しい。)

* E_0 は一定と考える。
(2)の問題文に「 E_0 と $[S]$ 」だけを変数にと書いてあるのはミスリーディング。

(4) ▶ (2)の下線部(a)の仮定は、「 $ES \rightarrow E + P$ の反応は遅く、 $E + S \rightleftharpoons ES$ の平衡を乱さない」と主張している。この仮定を外し、「 $[ES]$ が一定」という仮定を新たに置く(定常状態の仮定、という)。(2)の下線部(a)の仮定は、定常状態の仮定のうち、特別なものであると考えられる。

▶ 定常状態の仮定の下で、



という反応を考える。

$[ES]$ が一定なので、 ES の生成・消失速度が一致する。つまり、 $k_1[E][S] = k_{-1}[ES] + k_{cat}[ES]$

従って、 $\frac{[E][S]}{[ES]} = \frac{k_{-1} + k_{cat}}{k_1}$ が成立し、これを

K_m とおく。 k_{cat} が十分に小さいとき、 $K_m \doteq \frac{k_{-1}}{k_1}$ が成立。

また、 $K_d = \frac{k_{-1}}{k_1}$ (解離平衡定数の定義) なので、

$K_m \doteq K_d$ が成立し、合理的である。

(5) (2) と全く同様の議論から、

$$V = \frac{k_{cat} E_0}{1 + \frac{K_m}{[S]}}$$

$E_0, [S]$ を定数、 K_m を変数と見なすと、
 K_m が小さいほど、 V は大きくなる。

酵素の活性が高いとは、 $ES \rightarrow E + P$ の
反応速度 V が大きいということに他ならず、

それは即ち、 K_m が小さいということ。]