

強者の戦略

研伸館・化学科の古谷勇馬（ゆうま）です。若輩者ながら、森上総先生とともに「強者への道」の化学コーナーを担当させていただきます。一年間よろしくお祈りします。

東大や京大では生化学に関する問題がよく出題されます。もちろん、化学の問題ですから、生物に関する知識がなくても解ける問題がほとんどなのですが、今や生命科学はこの国、いや、世界におけるサイエンスにおいて重要な位置を占めているのは言うまでもありません。したがって、受験に必要であるか否かに関わらず、自然科学に携わる者として、この分野の知識を持つことは意味があると思います。また、このページをご覧になっている皆さんの中には、将来医師になろうと考えている方も多くいらっしゃるでしょう。そうだとしたら、なおさらこのような知識は持つべきでしょう。そこで、今回は、2008年の東京理科大学の問題を取り挙げてみたいと思います。問題自体は丁寧な誘導であり、難易度も標準的ですが、マーク式ゆえの不自由度（選択肢の数式に合わせて整理しなくてはいけない）と計算が若干煩雑であるところに注意が必要です。

【問題】

以下の記述の空欄に最も適当な語句または数式を解答群の中から選び、その番号を指定された欄にマークしなさい。ただし、解答群の中から各語句または数式を選択できるのは1回のみとし、同じ記号の箇所には同じものがあてはまるものとする。□(ア)～□(コ)は解答群Ⅰから選びなさい。また□①～□⑧にはあてはまる数字を指定された欄にマークしなさい。数値は必要があれば四捨五入しなさい。

薬を飲むと主に消化管粘膜から吸収されて血液中に移行する。粘膜は脂質分子の層からできているので、油に溶けやすい薬物ほど脂質膜を透過しやすく、イオン化した薬物は透過しにくい。また多くの薬物は有機弱電解質であるため、消化管液中に溶解すると一部は電離してイオン化する。今、ある弱酸性の薬物 HA が胃または小腸のどちらから吸収されやすいかを考えてみよう。

HA の水溶液中での平衡は(1)式で表され、各濃度を[]で表すと平衡定数 K は □(ア) と表される。



水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は $[\text{HA}]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{A}^-]$ に比べてはるかに大きく一定とみなせるので $K[\text{H}_2\text{O}]$ を電離定数 K_a とすると $K_a = \square(i)$ となる。HA の初濃度を c , A^- の平衡後の濃度を x とし、 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$, $\text{p}K_a = -\log K_a$ の関係を用いると

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \square(\psi) \quad (2)$$

となる。図1のように胃または小腸の内部(I)と血液側(II)が脂質膜で隔てられているモデルを考えると、電離していない非イオン形薬物のみが膜を透過することができて膜の両側で平衡に達し、濃度が等しくなる。胃または小腸内における全薬物濃度、電離度を各々 C_1 , α_1 , 血液中における全薬物濃度、電離度を C_{II} , α_{II}

強者の戦略

とすると、(I)側および(II)側における非イオン形の薬物濃度は各々 $\boxed{\text{エ}}$ 、 $\boxed{\text{オ}}$ となり、平衡状態でこれらは等しくなる。したがって、 C_{II} に対する C_I の比 r を電離度を用いて表すと

$$r = \frac{C_I}{C_{II}} = \boxed{\text{カ}} \quad (3)$$

(I)側および(II)側の pH を各々 pH_I 、 pH_{II} とし、(2)式を用いて α_I および α_{II} を各々 $\text{p}K_a$ と pH_I 、 pH_{II} を用いて表すと、

$$\alpha_I = \boxed{\text{キ}}$$
, $\alpha_{II} = \boxed{\text{ク}}$ となる。

これらを(3)式に代入して r を求めると

$$r = \boxed{\text{ク}} \quad (4)$$

となる。弱酸性の薬物($\text{p}K_a=3.4$)を飲んだ場合、 r を(4)式から計算すると、

$$r(\text{胃}) = \boxed{\text{①}} \cdot \boxed{\text{②}} \times 10^{-\boxed{\text{③}}}$$

↑
小数点

$$r(\text{小腸}) = \boxed{\text{④}} \cdot \boxed{\text{⑤}} \times 10^{-\boxed{\text{⑥}}}$$

↑
小数点

となるので、この薬物は $\boxed{\text{コ}}$ から吸収されやすいことになる。ただし血液の pH を 7.4、胃内の pH を 2.0、小腸内の pH を 6.8 とし、 $\log 2.5=0.4$ 、 $\log 4=0.6$ として計算しなさい。

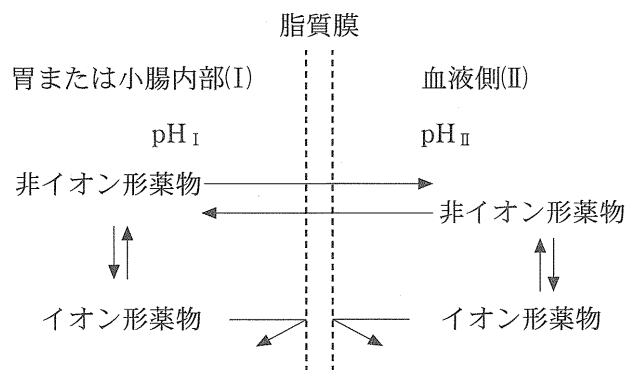


図 1

強者の戦略

解答群 I

$$00 \quad \frac{[\text{HA}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}$$

$$02 \quad \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$04 \quad \log\left(\frac{c-x}{x}\right)$$

$$06 \quad C_{\text{II}}(1-\alpha_{\text{II}})$$

$$08 \quad \frac{1+10^{\text{pH}_I-\text{p}K_a}}{1+10^{\text{pH}_{\text{II}}-\text{p}K_a}}$$

$$10 \quad \log\left(\frac{x^2}{c-x}\right)$$

$$12 \quad \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$14 \quad \frac{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_{\text{II}}}}{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_I}}$$

$$16 \quad \frac{1}{1+10^{\text{pH}_{\text{II}}-\text{p}K_a}}$$

$$18 \quad \frac{1}{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_{\text{II}}}}$$

20 小腸

$$22 \quad C_1(1-\alpha_1)$$

$$24 \quad C_{\text{II}}(1-\alpha_1)$$

$$01 \quad \frac{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}$$

$$03 \quad \frac{[\text{HA}][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$05 \quad \log\left(\frac{x}{c-x}\right)$$

$$07 \quad \frac{1-\alpha_{\text{II}}}{1-\alpha_1}$$

$$09 \quad \frac{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_I}}{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_{\text{II}}}}$$

$$11 \quad \log\left(\frac{c-x}{x^2}\right)$$

$$13 \quad \frac{1+10^{\text{pH}_{\text{II}}-\text{p}K_a}}{1+10^{\text{pH}_I-\text{p}K_a}}$$

$$15 \quad \frac{1}{1+10^{\text{p}K_a-\text{pH}_I}}$$

$$17 \quad \frac{1}{1+10^{\text{pH}_I-\text{p}K_a}}$$

19 胃

$$21 \quad C_1(1-\alpha_{\text{II}})$$

$$23 \quad \frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_{\text{II}}}$$