

YMS解説速報

2018年度

昭和大学医学部

I
期



解答速報はYMS HP (<http://www.yms.ne.jp/>) にも掲載しています

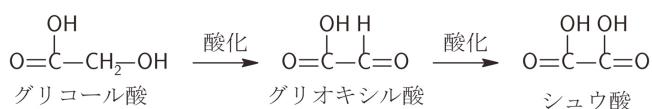
【化学（解答）】

1

問 1 リンゴ酸は2-ヒドロキシコハク酸のことである。ちなみに、アはクエン酸、イはフマル酸、ウは α -ケトグルタル酸、エはコハク酸、カはオキサロ酢酸であり、いずれもクエン酸回路に現れるカルボン酸である。

(答) オ

問 2・問 3・問 4 問題文より下図のような関係になっていることが分かる。



(答) 上図参照。

問 5 シュウ酸はカルシウムイオンと結合してシュウ酸カルシウムを生成し、これが尿路結石となることが多い。

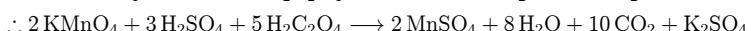
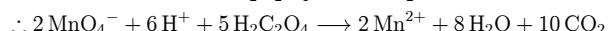
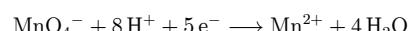
(答) カルシウム

問 6 下図のように、オキサロ酢酸は炭素数4、ピルビン酸は炭素数3でカルボキシ基が脱離している。



(答) 脱炭酸反応

問 7 酸化剤 MnO_4^- と還元剤 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の半反応式より作ることができる。



(答) 順に 2, 3, 5 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 2, 8, 10, K_2SO_4

問 8 シュウ酸を H_2A 、シュウ酸水素イオンを HA^- 、シュウ酸イオンを A^{2-} で表す。まず、質量作用の法則より、

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} \iff [\text{HA}^-] = \frac{K_1[\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} \quad (2)$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \iff [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} \quad (3)$$

が成立する。次に、電気的中性の条件より、

$$[\text{H}^+] = [\text{HA}^-] + 2[\text{A}^{2-}] + [\text{OH}^-] \quad (4)$$

となり、さらに物質収支の条件より、 A に着目して

$$C = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}] \quad (5)$$

が得られる。これらの式を連立すればよい。(1) 式と (2) 式より

$$K_1 K_2 = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{A}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}]} \iff [\text{A}^{2-}] = \frac{K_1 K_2 [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]^2} \quad (6)$$

となるので、(1) 式と (6) 式を (5) 式に代入して

$$\begin{aligned} C &= [\text{H}_2\text{A}] + \frac{K_1 [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]} + \frac{K_1 K_2 [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]^2} = [\text{H}_2\text{A}] \left(1 + \frac{K_1}{[\text{H}^+]} + \frac{K_1 K_2}{[\text{H}^+]^2} \right) \\ \therefore C[\text{H}^+]^2 &= [\text{H}_2\text{A}] ([\text{H}^+]^2 + K_1[\text{H}^+] + K_1 K_2) \end{aligned} \quad (7)$$

と変形できる。一方、(1) 式、(3) 式および (6) 式を (4) 式に代入して

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \frac{K_1 [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]} + \frac{2 K_1 K_2 [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]^2} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]} \\ \therefore [\text{H}^+]^2 - K_w[\text{H}^+] &= [\text{H}_2\text{A}] (K_1[\text{H}^+] + 2 K_1 K_2) \end{aligned} \quad (8)$$

となる。(7) 式と (8) 式より次の関係を得る。

$$\begin{aligned} \frac{C[\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2 - K_w[\text{H}^+]} &= \frac{[\text{H}^+]^2 + K_1[\text{H}^+] + K_1 K_2}{K_1[\text{H}^+] + 2 K_1 K_2} \\ \therefore [\text{H}^+]^4 + K_1[\text{H}^+]^3 + (K_1 K_2 - CK_1 - K_w)[\text{H}^+]^2 - K_1(2CK_2 + K_w)[\text{H}^+] - K_1 K_2 K_w &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

(答) 順に K_1 , $K_1 K_2 - CK_1 - K_w$, $K_1(2CK_2 + K_w)$, $K_1 K_2 K_w$

【参考】(9) 式で K_w を含む項を無視すると H_2O の電離のみ無視したときの近似式(3次方程式)が得られる。さらに $K_1 \gg K_2$ のとき K_2 を含む項が無視でき近似式(2次方程式)が得られる。そして $[\text{H}^+] \ll C$ であれば $K_1[\text{H}^+]$ の項を無視して問題文にある $[\text{H}^+] = \sqrt{C \times K_1}$ となる。

問 9 (1) 式および (2) 式より、

$$\begin{aligned} \frac{[\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]} &= \frac{K_1}{[\text{H}^+]} = \frac{5.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}{10^{-5.0} \text{ mol/L}} = 5.5 \times 10^3 \\ \frac{[\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} &= \frac{K_2}{[\text{H}^+]} = \frac{5.2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{10^{-5.0} \text{ mol/L}} = 5.2 \end{aligned}$$

となるので $[\text{H}_2\text{A}] : [\text{HA}^-] : [\text{A}^{2-}] = \frac{1}{5.5 \times 10^3} : 1 : 5.2$ であり、最も多い化学種は A^{2-} と分かる。 H_2A は微量で無視できるので、求める割合は次のようになる。

$$\frac{[\text{A}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}]} = \frac{5.2}{1 + 5.2} \times 100 \% = 83.9 \%$$

(答) 最も多い化学種：シュウ酸イオン、割合：83.9 %

【注】「最も多いのはどの分子か」とあるが、イオンも含むと考えた。

2

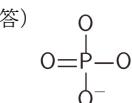
問 1 次ページの図のような構造を参照のこと。なお、問題に合わせてリン酸は電離した形に改変してある。

(答) ア：ヌクレオシド イ：ヌクレオチド ウ：アデニン エ：グアニン オ：チミン カ：シトシン キ：水素結合

シトシン(C)が脱アミノ化して生成したクは、アデニン(A)(ウ)と相補鎖を形成するウラシル(U)と考えられる。よって、G-CのCがUに突然変異すると、Uと水素結合する核酸塩基はAに変わるので、DNAにおいてはG-CがA-Tに変化することになる(UはRNAに存在し、DNAではTになる)。問題文の6塩基対について、突然変異により「mRNA合成の錆型となる鎖」は3' TTAUAT 5'に変化しているので、それと対応する「タンパク質産物を規定する鎖」は5' AATATA 3'となる。コドン表より、AAT, ATAに対応するアミノ酸はそれぞれAsn, Ileと分かること(TはUに変えて読む)。

(答) ク：ウラシル ケ：AsnIle

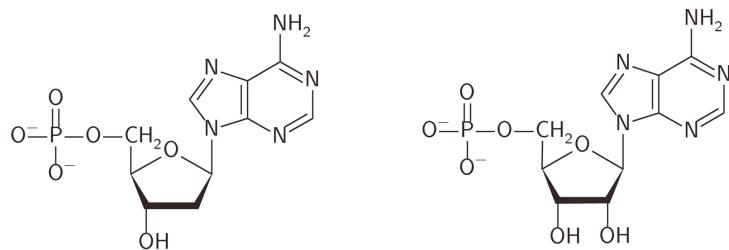
問 2 問題文にならって、リン酸は電離した形で示す。



問 3 5' AGTCCG 3'に相補的な6塩基配列は3' TCAGGC 5'となる。①～④は、順にA, G, C, Tである。

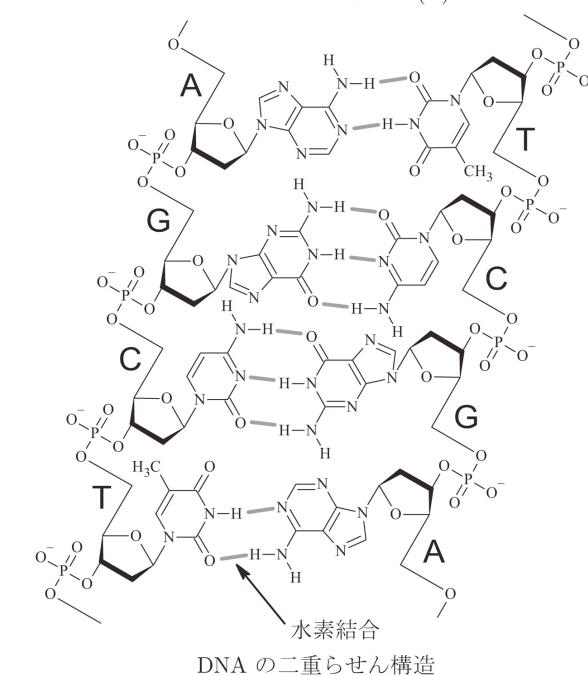
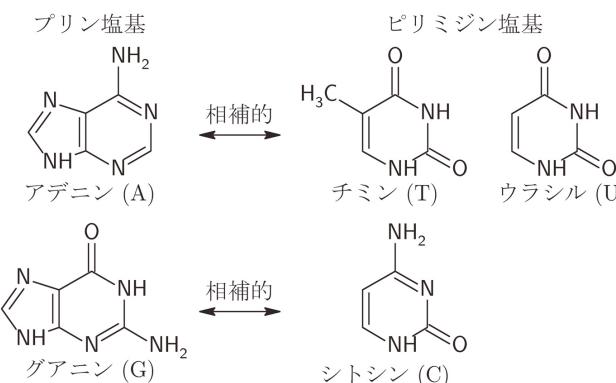
(答) ③ ② ② ① ③ ④

ヌクレオチドの構造（アデニンが結合している場合）



DNA (デオキシリボ核酸)

RNA (リボ核酸)

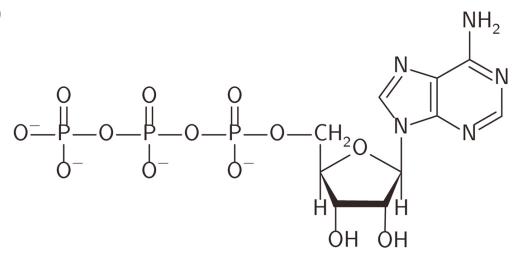


DNA の二重らせん構造

2018年1月24日直前講習「昭和大医学部I期最終 化学」テキストより

問 4 ATP (アデノシン三リン酸) は、リボースにアデニンが結合したヌクレオシドであるアデノシンに、リン酸が3個結合しているものである。

(答)



問 5 NAD は酸化還元反応における水素の授受に広く関与する補酵素である。なお、補酵素とは、複合タンパク質において非タンパク質の部分を指し、触媒反応において重要な部分を担う。本問では、少なくとも酸化還元反応が該当するが、それが以下の答えの5つなので、そのまま解答となる。(1)は酸化であるが、他は還元である。なお、(2), (5)は脱炭酸反応、(4)はカルボキシ化、(7), (12)はリン酸化、(8)は異性化、(10)水の付加である。
(答) (1), (3), (6), (9), (11)

3

問 1 Na_2CO_3 と NaOH の中和に必要な希塩酸の体積は、それぞれ $(70 - 50) \text{ mL} = 20 \text{ mL}$, $(50 - 20) \text{ mL} = 30 \text{ mL}$ である。 NaOH 水溶液と希塩酸は同体積でともに1価なので、モル濃度は等しい。

(答) 炭酸ナトリウム : 0.20 mol/L , 水酸化ナトリウム : 0.30 mol/L

$$\text{問 2 a. } 4 \text{ 個} \times \frac{1.0 \text{ cm}^3}{(4.0 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 6.3 \times 10^{22} \text{ 個}$$

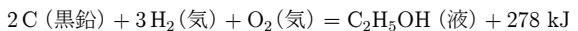
$$\text{b. } \frac{27.0 \text{ g/mol} \times 4 \text{ 個}}{6.0 \times 10^{23} \text{ 個/mol} \times (4.0 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 2.8 \text{ g/cm}^3$$

(答) a. 6.3×10^{22} , b. 2.8

問 3 陽極では $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$, 隕極では $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応が起こる。

$$\frac{21.3 \text{ g}}{71.0 \text{ g/mol}} \times 2 \times \frac{1}{2} \times 63.5 \text{ g/mol} = 19.1 \text{ g} \quad \dots \text{(答)}$$

問 4 エタノールの生成熱に関する熱化学方程式は

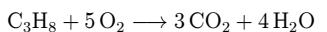
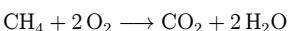


と表せる。 $\text{CO}_2 (\text{気})$, H_2O (液), $\text{O}_2 (\text{気})$ のエネルギーを 0 kJ, 求める C (黒鉛) の燃焼熱を $x \text{ kJ/mol}$ として、次の関係が成り立つ。

$$2x + 3 \times 286 + 0 = 1368 + 278$$

$$\therefore x \text{ kJ/mol} = 394 \text{ kJ/mol} \quad \dots \text{(答)}$$

問 5 a. メタンとプロパンの完全燃焼の化学反応式は



と表せる。物質量をそれぞれ $a \text{ mol}$, $b \text{ mol}$ とすると、題意より次の関係が成り立つ。

$$16.0 \text{ g/mol} \times a \text{ mol} + 44.0 \text{ g/mol} \times b \text{ mol} = 124 \text{ g}$$

$$(a + 3b) \text{ mol} : (2a + 4b) \text{ mol} = 4 : 7$$

$$\therefore a \text{ mol} = 5.00 \text{ mol}, \quad b \text{ mol} = 1.00 \text{ mol}$$

(答) 5 : 1

b. a. より、発生する CO_2 の質量は次のようにになる。

$$(5.00 + 3 \times 1.00) \text{ mol} \times 44.0 \text{ g/mol} = 352 \text{ g} \quad \dots \text{(答)}$$

問 6 状態方程式より、求める圧力は次のようになる。

$$\frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} \times 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \\ 1.5 \text{ L} = 3.3 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \dots \text{(答)}$$

問 7 平衡時の H_2 と I_2 の物質量は、それぞれ

$$6.0 \text{ mol} - 4.0 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 4.0 \text{ mol}, \quad 3.0 \text{ mol} - 4.0 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 1.0 \text{ mol}$$

なので、求める平衡定数は次のようになる。

$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{4.0 \text{ mol}}{5.0 \text{ L}}\right)^2}{\frac{4.0 \text{ mol}}{5.0 \text{ L}} \times \frac{1.0 \text{ mol}}{5.0 \text{ L}}} = 4.0 \quad \dots \text{(答)}$$

4

問 1 各電極で起こる反応は次のようにになる。

- ①(負極) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
 ②(正極) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
 ③(陽極) $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
 ④(陰極) $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

(答) ④

【注】電極 ① と ② は白金板電極ではない。

問 2 流れた e^- の物質量は

$$\frac{0.54\text{ g}}{108\text{ g/mol}} \times \frac{1}{1} = 5.0 \times 10^{-3}\text{ mol}$$

なので、求める電気量は次のようになる。

$$5.0 \times 10^{-3}\text{ mol} \times 9.65 \times 10^4\text{ C/mol} = 483\text{ C} \quad \dots (\text{答})$$

問 3 (答) ②

問 4 銅が析出するので質量は増加する。

$$5.0 \times 10^{-3}\text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 63.5\text{ g/mol} = 0.159\text{ g} \text{ 増加} \quad \dots (\text{答})$$

問 5 電極 ③ では酸素が発生する。

(答) 酸素 (O_2)

$$5.0 \times 10^{-3}\text{ mol} \times \frac{1}{4} \times 22.4\text{ L/mol} = 2.8 \times 10^{-2}\text{ L} \quad \dots (\text{答})$$

【化学（講評）】

いかにも昭和大らしい問題であり、特に物理選択者は面食らったのではないか。率直に言って受験生のどのようない力を測ろうとしているのか不明瞭である。大問は 1 つ減って 4 つとなった。小問集合が含まれるという点で、昨年度の II 期試験に近い構成である。

① は昨年に続き生化学に関する問題である。問題文中に「解糖系」、「クエン酸回路」、「糖新生」、「β 酸化」、「グリオキシル酸」など、耳慣れない用語が続出し、知らないとできないと決め込んでしまった人もいるかもしれないが、問題文をよく読めば分かる設問も多い。ただし、教科書には載っていないピルビン酸の構造を知っている必要がある。

問 8 の 4 次方程式はやったことがないと難しいが、YMS の夏期講習や標準化学演習では、途中の変形まで同じシュウ酸に関して扱っているのでその経験を生かして解けた人もいるのではないか。

② も生体物質関連で、物理選択者は敬遠してしまったかもしれない。しかし、化学の教科書に載っている内容が多く含まれ、核酸に関してしっかり知識を定着させた人は高得点が期待できる。YMS の直前講習では核酸や ATP などについてテキストで詳しく扱っているので、直前にチェックをした人はできたであろう。コドン表を用いた塩基対に関する部分は明らかに生物選択者に有利な内容である。

その他の ③ と ④ は極めて平易であり、1 問もミスは許されない。なお、桁数の指定はきちんと守れただろうか？

④ に関して、昨年 12 月に行われた YMS 昭和 I 期模試において、ダニエル電池を用いた電気分解を出題し、大的中！

全体的に見ると、③ と ④ を完答し、① と ② についても 7 割程度は何とか正解できるであろうから、全体で 85 % の得点率は YMS 生であれば取れる。

各大学医学部の入試傾向に完全対応！

直前講習会



1/20 (土)	日医(前)最終	2/2 (金)	慈恵最終
1/24 (水)	昭和 I 最終	2/6(火)~7(水)	日大
1/29 (月)	聖マリ最終		

各大学の二次試験の要点解説と面接対策

三次試験対策

過去の受験生からの貴重な情報をもとに、各大学の二次試験の要点解説、本番に即した面接演習を行います。
高い合格実績を誇るYMSがあなたを合格へと導きます。



申し込み受付中です。詳細はYMSホームページをご覧いただくか、お電話にてお問い合わせください。

YMS 〒151-0053 東京都渋谷区代々木 1-37-14
<http://yms.ne.jp/> 03-3370-0410