

YMS 2019年度 解答速報

昭和大学医学部 II 期



【化学（解答）】

1

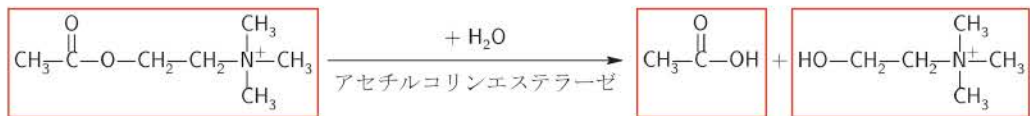
問1 アミノ酸（ 1 ）を脱炭酸（カルボキシ基が脱離）して図2のエタノールアミン（生体内は中性付近なのでアミノ基は電離している）になるのでセリン(Ser)と分かる。図3では、ヌクレオシド（ペントースと核酸塩基が結合したものを）を構成するペントースの5位の炭素にメチオニン(Met)が結合しているの、これがアミノ酸（ 2 ）である。また、図4の出発物質がアミノ酸（ 4 ）でトリプトファン(Trp)である。

(答) 1: ⑩ 2: ⑬ 4: ⑬

問2 ヌクレオシド（ 3 ）はペントースのリボースに核酸塩基のアデニンが結合したアデノシンである。

(答) アデノシン

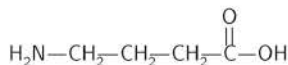
問3 問題文より、コリンは図2のエタノールアミンの $-NH_3^+$ が $-N(CH_3)_3^+$ に変化したものと分かる。アセチルコリンはコリンの $-OH$ がアセチル化されて $-OCOCH_3$ になったものであるから、これを加水分解すると酢酸とコリンを生成する。



(答) 上図の □ 内を参照のこと。

問4 γ -アミノ酪酸は、酪酸 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ の4位にアミノ基 $-\text{NH}_2$ が結合した化合物である。なお、酪酸の主基 $-\text{COOH}$ が結合している炭素を α -炭素(2位に相当する)と呼び、その隣が β -炭素、さらにその隣が γ -炭素である。なお、グルタミン酸 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ の右側のカルボキシ基がグルタミン酸デカルボキシラーゼ(脱炭酸酵素)により脱離することから考えてもよい。図4ではアミノ基とカルボキシ基が遊離した形で表されているので、それに倣うことにする。

(答)



問5 (答) ①: ヒドロキシ化 ②: 脱炭酸反応 ③: アセチル化 ④: メチル化

2

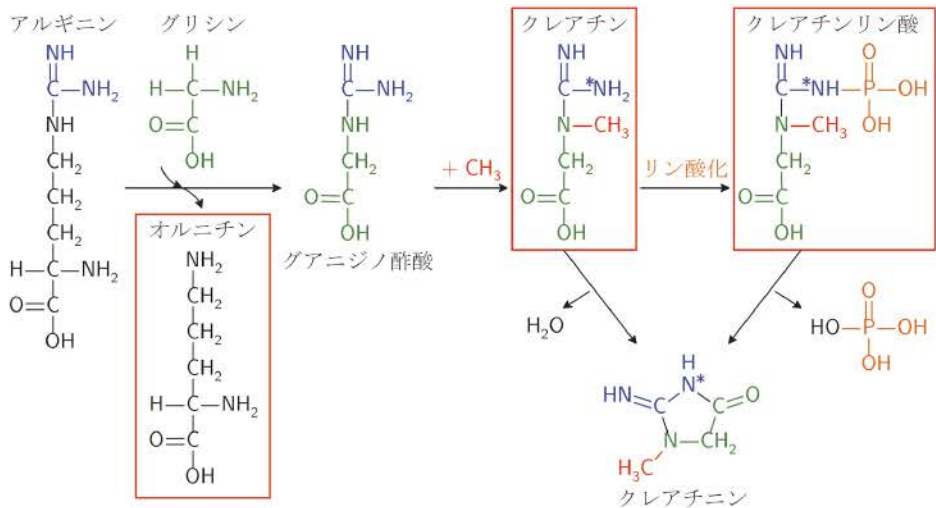
問1 アミノ酸（ 1 ）はアルギニン(Arg), アミノ酸（ 2 ）はグリシン(Gly)である。

(答) 1: ② 2: ⑧

問2 クレアチンにメチル基 $-\text{CH}_3$ が存在することに注目する。アルギニン, グリシン, グアニジノ酢酸のいずれにもメチル基は存在しない。なお、肝臓でグアニジノ酢酸からクレアチンが産生するときに関与するメチル基供与体は、1の図3の化合物(S-アデノシルメチオニン)である。

(答) メチル基

問 3 図 2 の経路は次図のようであると考えられる。このとき、クレアチニンの N* がリン酸化されたものがクレアチンリン酸であることに留意すること。



(答) 上図の □ 内を参照のこと。

問 4 1 min で生成する尿に含まれるクレアチニンの質量は、1 mL = 10⁻² dL の関係に気を付けて、

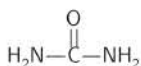
$$\frac{1500 \text{ mL}}{24 \times 60 \text{ min}} \times 52 \times 10^{-2} \text{ mg/mL} = \frac{13}{24} \text{ mg/min}$$

と求まる。これと同量のクレアチニンが細尿管中に含まれるので、求める量を x mL/min とすると、次の関係が成り立つ。

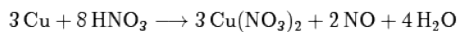
$$1.2 \times 10^{-2} \text{ mg/mL} \times x \text{ mL/min} = \frac{13}{24} \text{ mg/min}$$

$$\therefore x \text{ mL/min} = 45 \text{ mL/min} \quad \dots (\text{答})$$

問 5 (答)



問 6 銅と希硝酸との反応は次のようになる。



(答) 順に 8HNO₃, 3Cu(NO₃)₂, 4

問 7 (答) 4NH₃ + 5O₂ → 4NO + 6H₂O

問 8 問 7 の化学反応式より、求める O₂ の物質量は次のようになる。

$$100 \text{ mol} \times \frac{5}{4} = 125 \text{ mol} \quad \dots (\text{答})$$

問 9 オストワルト法全体の化学反応式は NH₃ + 2O₂ → HNO₃ + H₂O となるので、求める O₂ の物質量は次のようになる。

$$100 \text{ mol} \times \frac{2}{1} = 200 \text{ mol} \quad \dots (\text{答})$$

問 10 (答) NO : +2 NO₂ : +4 アンモニア : -3 硝酸 : +5

3

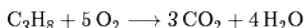
問 1 面心立方格子には 4 個の原子が含まれるので、求める密度は次のようになる。

$$\frac{4 \text{ 個} \times 63.5 \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} \text{ 個/mol} \times (3.62 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 8.93 \text{ g/cm}^3 \quad \dots (\text{答}) \quad (\text{または } 8.92 \text{ g/cm}^3)$$

問 2 状態方程式より、求める全圧は次のようになる。

$$\left(\frac{19.2 \text{ g}}{32.0 \text{ g/mol}} + \frac{19.6 \text{ g}}{28.0 \text{ g/mol}} \right) \times \frac{8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}}{4.0 \text{ L}} = 8.10 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \dots (\text{答})$$

問 3 メタンとプロパンの完全燃焼の化学反応式は、それぞれ



である。CH₄ と C₃H₈ の物質量を、それぞれ $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ とすると、混合気体の質量について

$$16.0 \text{ g/mol} \times x \text{ mol} + 44.0 \text{ g/mol} \times y \text{ mol} = 92 \text{ g}$$

が成り立つ。また、生成した CO₂ と H₂O の物質量は次のように表せる。

$$(x + 3y) : (2x + 4y) = 3 : 5$$

これらの式より $x \text{ mol} = 3 \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol} = 1 \text{ mol}$ を得る。よって、求める CO₂ の質量は次のようになる。

$$(x + 3y) \text{ mol} \times 44.0 \text{ g/mol} = (3 + 3 \times 1) \times 44.0 \text{ g} = 264 \text{ g} \quad \dots (\text{答})$$

問 4 HCl は $0.10 \text{ mol/L} \times 0.400 \text{ L} = 0.0400 \text{ mol}$ 、KOH は $0.20 \text{ mol/L} \times 0.250 \text{ L} = 0.0500 \text{ mol}$ なので、KOH は過剰であり、中和で生成する H₂O は 0.0400 mol である。よって、求める熱量は次のようになる。

$$56.5 \text{ kJ/mol} \times 0.0400 \text{ mol} = 2.26 \text{ kJ} \quad \dots (\text{答})$$

問 5 Na₂CO₃ の第 2 中和 (NaHCO₃ + HCl → CO₂ + H₂O + NaCl) に要した塩酸の体積は (40 - 30) mL = 10 mL なので、Na₂CO₃ の第 1 中和 (Na₂CO₃ + HCl → NaHCO₃ + NaCl) に要した塩酸の体積も 10 mL である。よって、NaOH の中和に要した塩酸の体積は (30 - 10) mL = 20 mL と分かり、NaOH と Na₂CO₃ の濃度比は 2 : 1 である。Na₂CO₃ の濃度を $x \text{ mol/L}$ とすると、次の関係が成り立つ。

$$0.10 \text{ mol/L} \times 10 \text{ mL} \times 1 \text{ 価} = x \text{ mol/L} \times 20 \text{ mL} \times 1 \text{ 価}$$

$$\therefore x \text{ mol/L} = 0.050 \text{ mol/L}$$

(答) 炭酸ナトリウム : 0.050 mol/L 水酸化ナトリウム : 0.10 mol/L

問 6 pH = 4.0 において CH₃COOH と CH₃COONa の濃度比は、質量作用の法則より

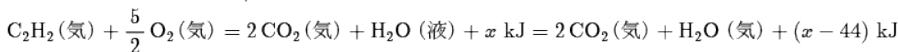
$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{H}^+]}{K_a} = \frac{10^{-4.0} \text{ mol/L}}{1.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L}} = \frac{50}{9}$$

と分かるので、CH₃COOH と CH₃COONa の物質量が 50 : 9 となるように調製すればよい。混合に用いる水溶液の体積を、それぞれ $5k \text{ L}$ 、 $k \text{ L}$ 、求める濃度を $x \text{ mol/L}$ とすると、次の関係が成り立つ。

$$(0.50 \text{ mol/L} \times 5k \text{ L}) : (x \text{ mol/L} \times k \text{ L}) = 50 : 9$$

$$\therefore x \text{ mol/L} = 0.45 \text{ mol/L} \quad \dots (\text{答})$$

問 7 アセチレンの燃焼熱を $x \text{ kJ/mol}$ とすると、水の蒸発熱を用いて次の熱化学方程式が成り立つ。



各元素の単体のエネルギーを 0 kJ と置くと、次の関係が成り立つ。

$$-(-228) + 0 = 2 \times (-394) - 242 + x - 44$$

$$\therefore x \text{ kJ/mol} = 1302 \text{ kJ/mol} \quad \dots (\text{答})$$

問 8 反応した H₂ と I₂、生成した HI の物質量を、それぞれ $x \text{ mol}$ 、 $x \text{ mol}$ 、 $2x \text{ mol}$ とすると、平衡状態において

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = \frac{(2.0 - x) \text{ mol}}{1.0 \text{ L}} = (2.0 - x) \text{ mol/L}, \quad [\text{HI}] = \frac{2x \text{ mol}}{1.0 \text{ L}} = 2x \text{ mol/L}$$

となっている。質量作用の法則より、求める物質量は次のようになる。

$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(2x \text{ mol/L})^2}{(2.0 - x) \text{ mol/L} \times (2.0 - x) \text{ mol/L}} = 64 \quad (0 < x < 2.0)$$

$$\therefore 2x \text{ mol} = 3.2 \text{ mol} \quad \dots (\text{答})$$

問 9 求める濃度を $x \text{ mol/L}$ とすると、次の関係が成り立つ。

$$1.50 \text{ mol/L} \times 0.300 \text{ L} \times 1 \text{ 価} = \frac{9.25 \text{ g}}{74.0 \text{ g/mol}} \times 2 \text{ 価} + x \text{ mol/L} \times 0.400 \text{ L} \times 1 \text{ 価}$$

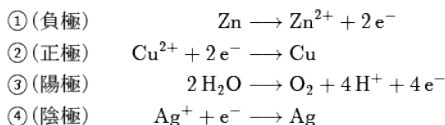
$$\therefore x \text{ mol/L} = 0.50 \text{ mol/L} \quad \dots (\text{答})$$

問 10 求める NaCl の飽和水溶液の質量は次のように求められる。

$$\frac{200 \text{ kg}}{106 \text{ g/mol}} \times \frac{2}{1} \times 58.5 \text{ g/mol} \times \frac{100}{26.5} = 833 \text{ kg} \quad \dots (\text{答})$$

4

問 1 硝酸銀水溶液の入った水槽 (イ) の白金電極板 ③ で気体が発生したことから、この電極は陽極で酸素が発生したと分かる。よって、各電極における反応は次のようになる。



(答) 電極板 ① : Zn 電極板 ② : Cu

問 2 (答) 水溶液 c : 硫酸亜鉛 (水溶液) 水溶液 d : 硫酸銅 (II) (水溶液)

問 3 (答) O_2

問 4 流れた e^{-} の物質量は

$$\frac{0.12 \text{ g}}{32.0 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{1} = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

なので、求める電気量は次のようになる。

$$1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} = 1.45 \times 10^3 \text{ C} \quad \dots (\text{答})$$

問 5 電極板 ② では銅が析出するので、次に示すように質量が増加する。

$$1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 63.5 \text{ g/mol} = 0.476 \text{ g 増加} \quad \dots (\text{答})$$

問 6 電極板 ④ での Ag の析出量は次のようになる。

$$1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{1}{1} \times 108 \text{ g/mol} = 1.62 \text{ g} \quad \dots (\text{答})$$

【化学 (講評)】

今年度 I 期は有機化学の大問が 1 題だけであったが、本 II 期では昨年度と同様の 2 題に戻った。例年、生化学に関する問題で受験生にはなじみのない題材を扱っているが、今年度 I 期のように比較的解きやすい問題であった。ただし、タンパク質を構成する α -アミノ酸の名称 (略号も含む) と構造が完全に定着していることが必要である。その代わり、このところ重視されていた電離平衡はあまり出題されなかった。

① は昨年に続き生化学に関する問題である。図 4 の出発物質がトリプトファン (Trp) とすぐ分かったとよいが、2016 年度 I 期でも出題されたので、過去問演習をしていた人はできただろう。後は脱炭酸反応だけ理解していれば完答可能である。

② で出てくるメチル化 ① の文章もヒントになろう。例によって問題を解くのに直接関係のない記述が見られるので、途中で考え込まないようにしたい。ここではアルギニン (Arg) の構造を知っている必要があった。クレアチニンの構造式からグアニジノ酢酸にメチル化が起き、クレアチンの構造が推定できるかがポイントである。問 4 では問題文を的確に読み取るだけでなく、単位変換を間違えないことも大切である。

③ は想定通りの計算小問であり、内容自体は平易である。しかし、本年度 I 期と同様に計算が煩雑なものを含んでいたりと、桁数の指定が問題ごとに細かく指定されていたりするので、意外と時間がかかる上に、ぼろぼろ失点している人が多いのではないかと。

④ は昨年度の I 期試験と実験装置および物質の組み合わせが全く同じであり、ほぼ同様の設問構成になっていた。基本的な出題で完答は必須である。

全体としては、③ は解答の方針が立っても計算が煩雑な部分があることで時間が不足し、① と ② をやる時間が削られてしまうと大変である。③ は得点率 8 割取り、④ は完答し、① で 6 割、② で 7 割の得点率はほしい。全体では最低でも得点率 75 % を確保したい。