

YMS 2019年度 解答速報

東北医科薬科大学



【化学（解答）】

【I】

問 1・2 各電子軌道には 2 個まで電子を収容でき、L 殻は 3 個の電子軌道から成るので最大 6 個の電子が収容できる。H₂O 分子の O 原子の周囲には共有電子対が 2 組、非共有電子対が 2 組存在する。合計 4 組の電子対が互いに反発して正四面体に近い配置となる。一般に、非共有電子対の存在領域は共有電子対のそれに比べて広いので、周囲の電子対との斥力は強くなり、2 個の H 原子と中心原子の成す結合角は狭められる。H₂O、NH₃、CH₄ 分子はいずれも電子対を 4 組持つが、非共有電子対は順に 2、1、0 組なので、結合角の大小関係は $\angle\text{HCH} > \angle\text{HNH} > \angle\text{HOH}$ である。

問 1 (答) ⑧ 問 2 (答) ⑤

問 3 全て正 ファンデルワールス力は全ての分子間に作用し、同種分子で比べると分子量が大きいものほど強くなる。黒鉛は共有結合結晶で層状構造をしているが、層間は弱いファンデルワールス力しか作用しておらず、層どうしがずれてはがれやすい。

(答) ⑩

問 4 a 正 カルボン酸は気相中や無極性溶媒中で二量体を形成することがあり、2 個の -COOH の間に 2 か所水素結合が形成されている。

b 誤 例えば、デンプンやセルロースなどでは、分子内の 2 個の -OH の間に水素結合を形成している。

c 誤 1 個の水分子に対して 4 個の水分子が水素結合している。

d 正 ナイロン 6 は鎖状構造のポリアミドであるが、分子鎖どうしはアミド結合間で水素結合しているため分子鎖どうしがずれにくく、引っ張りに強い繊維となっている。

(答) ⑦

問 5 (答) ④

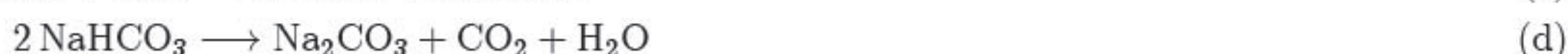
問 6 (1) 式と (2) 式の係数に注意して、求める COD は次のようになる。

$$\text{COD} = \frac{5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 12.5 \text{ mL} \left[\text{MnO}_4^- \text{ (mmol)} \right] \times \frac{5}{1} \left[e^- \text{ (mmol)} \right] \times \frac{1}{4} \left[\text{O}_2 \text{ (mmol)} \right] \times 32 \text{ g/mol} \left[\text{O}_2 \text{ (mg)} \right]}{0.500 \text{ L}}$$
$$= 5.00 \text{ mg/L}$$

(答) ⑧

【II】

問 7 イは生石灰と H₂O との反応の生成物で消石灰 Ca(OH)₂ である。実験における化学反応式は次のようになる。



(答) ③

問 8 (答) ⑦

問 9 実験 (3) で CO₂ を通気した後の水溶液中に含まれるイオンは、主に Na⁺, NH₄⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ であるが、これらのイオンの組み合わせで考えられる 4 種の塩のうち、最も溶解度が小さいのが NaHCO₃ であることを利用している。

(答) ⑥

問 10 ハーバー・ボッシュ法の反応は $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ であるが、過不足なく反応する場合は不可逆反応と見なせばよい。求める質量は次のようになる。

$$\frac{7.0 \text{ kL} \times 0.80}{22.4 \text{ L/mol}} \Bigg|_{N_2 \text{ (kmol)}} \times \frac{2}{1} \Bigg|_{NH_3 \text{ (kmol)}} \times 17 \text{ g/mol} \Bigg|_{NH_3 \text{ (kg)}} = 8.5 \text{ kg}$$

(答) ④

問 11 (d) 式より、求める質量は次のようになる。

$$\frac{8.4 \text{ kg}}{84 \text{ g/mol}} \Bigg|_{NaHCO_3 \text{ (kmol)}} \times \frac{1}{2} \Bigg|_{Na_2CO_3 \text{ (kmol)}} \times 106 \text{ g/mol} \Bigg|_{Na_2CO_3 \text{ (kg)}} = 5.3 \text{ kg}$$

(答) ⑤

問 12 (a) 式と (c) 式より、求める質量は次のようになる。

$$\frac{8.4 \text{ kg}}{84 \text{ g/mol}} \Bigg|_{NaHCO_3 \text{ (kmol)}} \times \frac{1}{1} \Bigg|_{NH_3 \text{ (kmol)}} \times \frac{1}{2} \Bigg|_{Ca(OH)_2 \text{ (kmol)}} \times 74 \text{ g/mol} \Bigg|_{Ca(OH)_2 \text{ (kg)}} = 3.7 \text{ kg}$$

(答) ⑤

問 13 (c) 式より、求める質量は次のようになる。

$$\frac{8.4 \text{ kg}}{84 \text{ g/mol}} \Bigg|_{NaHCO_3 \text{ (kmol)}} \times \frac{1}{1} \Bigg|_{NH_3 \text{ (kmol)}} \times 17 \text{ g/mol} \Bigg|_{NH_3 \text{ (kg)}} = 1.7 \text{ kg}$$

(答) ①

【Ⅲ】

問 14 a 誤 構成脂肪酸の不飽和度が大きいほど、また飽和脂肪酸の分子量が小さいほど融点は低くなり、それらで構成される油脂は室温で液体のものが多い。

b 正 脂肪酸の不飽和結合に水素を付加させて固体となったものを硬化油という。

c 誤 けん化価は油脂の分子量に反比例する。

d 誤 天然の油脂を構成する脂肪酸の炭素数は偶数のものが多い。

(答) ②

問 15 a 誤 セッケンは高級脂肪酸のナトリウム塩で RCOONa と表すと、水中で電離して RCOO⁻ がミセルの表面に現れるので、ミセルは負の電荷を帯びている。

b 正 セッケンがこのように並ぶことで水の表面張力が著しく低下する。

c 正 酸性が強くなると水に不溶性の高級脂肪酸を遊離して洗浄力が低下する。

d 誤 セッケンは弱塩基性なので、羊毛などの動物性繊維の洗濯に用いると、タンパク質の変性が起きる。

(答) ⑧

問 16 a 誤 合成洗剤は硬水中でも不溶性塩を生成しないので洗浄力が低下しない。

b 正 SDS (硫酸ドデシルナトリウム) CH₃(CH₂)₁₁OSO₃Na が代表的である。

c 誤 合成洗剤は中性なので無色のままである。

d 正 合成洗剤は海水のような塩類が含まれていても不溶性塩を生成しないので洗浄力が低下しない。

(答) ⑨

問 17 脂肪酸 B の分子量を x とすると、けん化の条件より次の関係が成り立つ。

$$\frac{20.8 \text{ g}}{(92 + 3x - 3 \times 18) \text{ g/mol}} \Bigg|_{\text{油脂 A (mol)}} \times 3 \Bigg|_{\text{脂肪酸 B (mol)}} = \frac{19.9 \text{ g}}{x \text{ g/mol}} \Bigg|_{\text{脂肪酸 B (mol)}}$$

$\therefore x = 280$

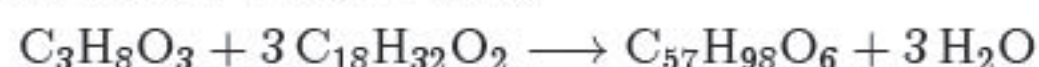
(答) ⑥

問 18 脂肪酸 B 1 分子に存在する C=C を y 個とすると、水素付加の条件より次の関係が成り立つ。

$$\frac{4.20 \text{ g}}{280 \text{ g/mol}} \times y = \frac{(4.26 - 4.20) \text{ g}}{2 \text{ g/mol}}$$

$$\therefore y = 2$$

よって、脂肪酸 B の分子式は $C_{18}H_{32}O_2$ と分かる。以上より、グリセリンと脂肪酸 B から油脂 A が生成する反応は次式のようになる。



(答) ⑥

問 19 油脂 A の分子量は 878 となるので、けん化価を S とすると次のようになる。

$$S \text{ mg} = \frac{1000 \text{ mg}}{878 \text{ g/mol}} \Bigg|_{\text{油脂 A (mmol)}} \times 3 \Bigg|_{\text{KOH (mmol)}} \times 56 \text{ g/mol} \Bigg|_{\text{KOH (mg)}} = 191 \text{ mg}$$

(答) ⑤

【IV】

問 20 核酸はヌクレオチドが縮合重合して生成する有機高分子化合物である。石英は SiO_2 である。天然ゴムはポリイソプレンを主成分とする有機高分子化合物である。雲母はケイ酸塩鉱物の一種で Si と O を含む無機高分子化合物である。シリコン樹脂は $-Si-O-$ (シロキサン結合) を骨格とした高分子化合物であり、無機高分子化合物に分類するのが一般的である。ただし、側鎖には CH_3- などの炭化水素基を持っている。

(答) ⑩

問 21 ポリエチレンテレフタレートはエチレングリコールとテレフタル酸の縮合重合により生成する。

(答) ③

問 22 ナイロン 66 はヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合により生成するポリアミド繊維である。他は全て付加重合による高分子化合物である。なお、「アクリル」にはアクリル繊維やアクリル樹脂などがあり、化学的な成分が異なるが、答えには影響しない。

(答) ②

問 23 回収したプラスチックを加熱成形して再利用することをマテリアルリサイクルという。ケミカルリサイクルは、回収したプラスチックをそのまま再利用するのではなく、油化など化学変化させた後にリサイクルすることである。サーマルリサイクルは単純に焼却処理をせず、その際に発生する熱を回収して利用することを指す。

(答) ②

問 24 ファントホッフの法則より、平均モル質量は次のように計算できる。

$$\frac{1.00 \text{ g} \times 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}}{3.00 \times 10^2 \text{ Pa} \times 0.100 \text{ L}} = 8.30 \times 10^4 \text{ g/mol}$$

(答) ⑥

問 25 平均的にエチレングリコール n 分子とテレフタル酸 n 分子が縮合重合した (平均重合度を n) とすると、末端を無視するのでエステル結合は $2n$ 個存在する。平均分子量から次のように求められる。

$$192n = 8.30 \times 10^4$$

$$\therefore 2n = 865$$

(答) ⑩

【化学 (講評)】

問題数は昨年並みで 25 題であり、計算問題の割合も同程度であった。特に難しい問題はなく、昨年度よりも易化した。**YMS の東北医科薬科大直前講習で指摘した通り、ハーバー・ボッシュ法やソルベー法が出題された!**受講生は落ち着いて取り組めたのではないだろうか。

【I】は電子軌道まで踏み込んだ出題となっているが、実際には大したことはなく、VSEPR (原子価殻電子対反発則) が分かっていたら十分の内容であった。COD は類題を演習した人は瞬時に立式できるだろう。

【II】はハーバー・ボッシュ法やソルベー法に関する出題で、内容は教科書的である。ただし、実験の手順が通常説明される順番と違うので、戸惑った人もいるかもしれない。

【III】は油脂と界面活性剤に関する出題であり、基本的な問題が中心である。ただし、正誤問題の割合が多く、内容を正確に理解して定着させておく必要がある。また、油脂の計算問題では、脂肪酸または油脂の分子量を確実に計算できたかがポイントである。

【IV】は高分子化合物に関する総合問題であるが、これも基本的な内容が多い。ただし、雲母とシリコン樹脂のような細かい知識を要求され迷った人もいるだろう。高分子化合物の分類、重合反応の種類、およびリサイクル法の種類などを押さえていることが大切である。計算問題は標準的な出題であった。

全体としては基本的な問題が多く、計算も平易なものが増えて取り組みやすくなった。昨年度よりもボーダーは上がり、80% の得点率は必要であろう。