

YMS 解答速報 2019年度

埼玉医科大学前期



YMS HPにも
掲載中!



<https://ymsae.jp/>

【化学（解答）】

1

問 1 (答) ⑥

問 2 (1) 過剰のアンモニア水に錯イオンを形成して溶解するのは Ag^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} であるが、両性元素の金属イオ

ンは Zn^{2+} のみである。

(答) ⑥

(2) Al は水素よりもイオン化傾向が大きいので希硫酸に溶けて水素が発生する。水素は中性で水に溶けにくくい

ので水上置換で捕集する。

(答) ④

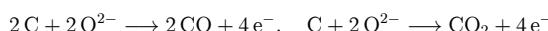
問 3 地殻の構成元素は質量比の大きい順に O, Si, Al, Fe, …となる。

(答) ⑤

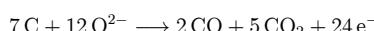
問 4 (1) Al の溶融塩電解では、融解した氷晶石 Na_3AlF_6 に Al_2O_3 を溶かして電気分解する。 H_2O の酸化力は Al と Zn の間なので、イオン化傾向が Al 以上の金属は水溶液の電気分解では得られず、溶融塩電解する必要がある。

(答) ④

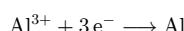
(2) 陽極で CO および CO_2 が生成する反応は、



であるが、CO と CO_2 が物質量比 2 : 5 で発生したので、本問では



とまとめることができる。陰極における Al の析出反応は

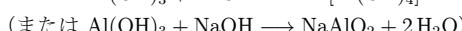


となるので、求める Al の質量は次のようになる。

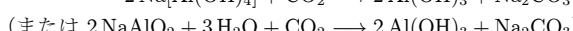
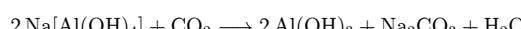
$$\frac{2.94 \text{ kg}}{12 \text{ g/mol}} \times \frac{24}{7} \times \frac{1}{3} \times 27 \text{ g/mol} = 7.56 \text{ kg}$$

(答) ⑦ ⑤ ⑧ ⑥

問 5 アルミニ酸ナトリウム NaAlO_2 は $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ のことであり、



の反応により生成することに着目するとよい。 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ と CO_2 の反応で $\text{Al}(\text{OH})_3$ が生成するのは、 CO_2 が酸性酸化物だからである。 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ の反応式を参考にして、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ が生成する反応は次のように表せることが分かる。



(答) ⑨ ②

2

問 1 (1) $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ は三重点の圧力よりも高いので固体を加熱すると融解して液体になる。

(答) 10 ②

(2) -40°C において圧力を下げると液体が気化して気体になる。

(答) 11 ②

(3) 蒸気圧曲線で 0°C になるときが該当する。

(答) 12 ①

問 2 (1) c の条件に特に注意すること。実験装置内部の圧力が $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ を超えようとするとき、水蒸気の一部が逆止弁を通過して外部に吹き出し、実験装置内部の圧力が $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれる。点 A では液体と気体が共存しているので、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧に等しい。表 1 より、飽和蒸気圧が $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ になるのは 120°C である。

(答) 13 ⑥

(2) 点 A において実験装置内部の圧力は $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、加熱し続けているので、点 B においても実験装置内部の圧力は $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。点 B における水蒸気の物質量は、状態方程式より次のようにになる。

$$\frac{1.99 \times 10^5 \text{ Pa} \times 44.4 \text{ L}}{8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 444 \text{ K}} = 2.394 \text{ mol}$$

(答) 14 ② 15 ③ 16 ⑨

(3) 気体と液体が共存しているので、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧に等しい。表 1 より、 60°C のとき飽和蒸気圧は $0.199 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.99 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。

(答) 17 ① 18 ⑨ 19 ⑨ 20 ④

(4) 水蒸気の物質量は、状態方程式より、

$$\frac{1.99 \times 10^4 \text{ Pa} \times 44.4 \text{ L}}{8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 333 \text{ K}} = 2.394 \text{ mol} \times \frac{1.99 \times 10^4 \text{ Pa}}{1.99 \times 10^5 \text{ Pa}} \times \frac{444 \text{ K}}{333 \text{ K}} = 0.319 \text{ mol}$$

となるので、求める液体の水の質量は次のように求まる。

$$\frac{(2.394 - 0.319) \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol}}{1.00 \text{ g/mL}} = 37.3 \text{ mL}$$

(答) 31 ④

(5) 実験装置内部の圧力が $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ を超えることはないので、 245°C において H_2O は全て水蒸気として存在する。一般に、気体の物質量と体積が一定のとき、圧力は温度に対して直線的に変化する。図 3 にその直線を描き込むため、 0°C において H_2O が全て水蒸気として存在すると仮定したときの圧力を求めると、

$$1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{273 \text{ K}}{518 \text{ K}} = 0.527 \times 10^5 \text{ Pa}$$

となる。この点と 245°C 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ の点を線分で結ぶと、蒸気圧曲線とは 90°C において交わるので、この温度で水蒸気が凝縮し始める。

(答) 22 ③

3

問 1 エタノールに濃硫酸を加えて 130 ~ 140 °C に加熱すると、2 分子間で脱水縮合してジエチルエーテルを生成する。160 ~ 170 °C に加熱すると、1 分子から水が脱離（脱水）してエチレンを生成する。

- (1) (答) 23 ⑤ 24 ⑥ 25 ②
 (2) (答) 26 ①

問 2 ① 正 エタンは脂肪族飽和炭水素、エチレンとアセチレンは脂肪族不飽和炭化水素である。

② 誤 エタンはアルカン、エチレンはアルケン、アセチレンはアルキンである。

③ 正 暗所では不飽和結合を有するエチレンとアセチレンに臭素が付加して臭素の脱色が起こる。なお、光照射下では臭素による置換反応が全ての物質に起こる可能性がある。

④ 誤 炭素原子間の結合がそれを軸にして回転できないのは、二重結合および三重結合の場合であり、エチレンとアセチレンが該当する。

⑤ 正 一般に、炭素原子間の結合の多重度が大きくなるほど、結合距離は短くなる。

- (答) 27 ②・④

問 3 アセトンとエタノールは水と任意の割合で混和する。ジエチルエーテルは水に溶けにくい。

- (答) 28 ①・②

問 4 ① 正 アルカンの沸点は、分子量が大きいものほど高くなるので、高い順にプロパン、エタン、メタンである。

② 誤 ペットボトルの原料はポリエチレンテレフタラートであり、エチレングリコールとテレフタル酸の縮合重合により得られる。ポリエチレンは包装用フィルムや容器などに利用されている。

③ 正 アセチレンに触媒の硫酸水銀（II）を用いて水を付加させるとビニルアルコールが生成するが、不安定でアセトアルデヒドにすぐ異性化する。

④ 正 クメンを酸化して得たクメンヒドロペルオキシドを酸で分解すると、フェノールとアセトンが得られる。

⑤ 誤 ジエチルエーテルの方がエタノールよりも分子量は大きいが、エタノールでは分子間に水素結合を形成するため沸点はジエチルエーテルよりも高い（エタノール：78 °C、ジエチルエーテル：35 °C）。

- (答) 29 ②・⑤

問 5 不齊炭素原子には、単結合で互いに異なる 4 個の原子または原子団が結合する。最も分子量の小さい鎖式炭化水素であるから、不齊炭素原子に -H、-CH₃、-C≡CH、-CH=CH₂ を結合させればよい。分子式は C₆H₈ となる。

- (答) 30 ① 31 ⑥ 32 ① 33 ⑧

問 6 (1) ギ酸プロピル HCOOCH₂CH₂CH₃、ギ酸イソプロピル HCOOCH(CH₃)CH₃、酢酸エチル CH₃COOCH₂CH₃、プロピオン酸メチル CH₃CH₂COOCH₃ の 4 種類の異性体がある。

- (答) 34 ④

(2) 有機化合物 Y はカルボン酸で、ギ酸、酢酸、プロピオン酸のいずれかであるが、ヨードホルム反応は全て陰性なので、還元性を調べるのがよい。実際には酢酸なので還元性はなく ④ が適当と分かる。一方、有機化合物 Z はアルコールで、メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノールのいずれかであるが、還元性は全てないので、ヨードホルム反応に陽性か調べるのがよい。実際にはエタノールなので陽性で ① が適当と分かる。

- (答) 35 ④ 36 ①

(3) Cu₂O は赤色または赤褐色と表現されることが多いので、「褐色」よりは「赤色」が適当と思われる。

- (答) 37 ③ 38 ①

(4) C₄H₈O₂ の完全燃焼は次式のように表せる。



よって、求める二酸化炭素と水の質量は、それぞれ次のようになる。

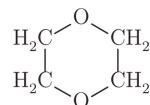
$$\frac{33 \text{ mg}}{88 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{1} \times 44 \text{ g/mol} = 66 \text{ mg}$$

$$\frac{33 \text{ mg}}{88 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{1} \times 18 \text{ g/mol} = 27 \text{ mg}$$

- (答) 39 ⑥ 40 ⑥ 41 ② 42 ⑦

(5) 分子式が $C_4H_8O_2$ なので、鎖式では $C=C$ または $C=O$ を 1 個持つ構造が、環式では全て単結合で環が 1 個のみの構造が考えられる。

- a 存在しない。 C_3H_7-COOH で表される構造で、 C_3H_7- は 2 種類の構造が考えられるが、いずれも不斉炭素原子は持たないので、光学異性体は存在しない。
- b 存在しない。 C_3H_7O-CHO で表される構造であるが、 C_3H_7O- の部分は飽和で二重結合は存在せず、幾何異性体は存在しない。
- c 存在する。オゾン分解では $C=C$ の部分が切断される。生成物が 1 種類になるということは、少なくとも炭素骨格は対称性のある $C-C=C-C$ である。該当するものの例としては $HO-CH_2-CH=CH-CH_2-OH$ が考えられ、生成物は $HO-CH_2-CHO$ のみとなる。
- d 存在する。 $C_4H_8O_2$ の 8 個の H 原子が全て等価でないと題意を満たさない。鎖式だとこのような構造はあり得ないので環式を考える。アルコールだと $-OH$ の H と C に結合している H が等価ではなくなるので、エーテル結合を 2 個有すると分かる。対称性を考慮して、次の 1,4-ジオキサンが該当する。



(答) 43 ①

【化学（講評）】

大問 3 問構成で、マーク数が 43 というのは昨年度の前期と全く同じである。昨年度は **1** が独立した内容の **問 1** と **問 2** から構成されていたが、本年度は **2** が独立した内容の **問 1** と **問 2** から、および **3** が独立した内容の **問 1** ~ **問 6** から構成されている。設問数は 36 から 31 に減少したが、気体の計算が少し煩雑なので、分量の体感は昨年度と同程度であろう。桁ごとにマークする計算問題は昨年度と同様 5 題であった。計算問題数は 8 題から 7 題になっている。

1 アルミニウムの基本的な問題である。地殻中の元素質量比や水晶石の化学式などの知識が問われた。問 **4** (2) は混合気体の処理を確実にやる必要がある。問 **5** はアルミン酸ナトリウムの化学式に戸惑った人もいるかもしれないが、それが過剰に塩基を加えて生成するものということから酸性酸化物の CO_2 と酸塩基反応するということに気付かがポイントである。

2 の **問 1** は状態図に関する基本的な問題である。問 **2** の気体と蒸気圧の問題では逆止弁を用いる設定が目新しいが、問題文に与えられた条件を丁寧に読むことが大切である。飽和蒸気圧に関する完全な理解と、主に状態方程式を用いた計算力が問われる問題であり、理解度と計算力によって差が付いただろう。(5) は図 3 のグラフが与えられていることがヒントである。

3 は脂肪族化合物に関する小問であり、問 **1** ~ **問 4** は基本的な出題である。問 **3** でアセトンが水に溶けるというのは重要な知識である。問 **5** は不飽和結合が含まれてもよいことに気付いたかどうかがカギである。問 **6** はよく見かける問題とは異なり、特定される有機化合物が既知で、それを調べるための実験を (2) で問うているのが特徴的である。(5) は異性体を数え上げる練習をどれだけやってきたかで差が出る問題であり、思考力を要する。

例年通りの分量で時間がきついので、即答できる問題、方針がすぐ立つ問題の順に素早く解いていき、余った時間をその他の問題に的確に振り分け、最低でも 7 割は取りたいところである。