

令和8年度 名古屋大学理学部総合型選抜（化学科）

総合型選抜の過去問または問題例、面接の実施方法及び質問内容例

第2次選考 小論文 課題の意図

新物質の創製や真理の探究に挑み、物質科学や生命科学の発展に貢献できる人材になるには、総合的な基礎学力に加えて、物質に関する幅広い教養や化学の深い知識を習得する必要があります。さらに、それらの知識を活用し論理的に考察し、解決へと導く思考力を養うことも重要です。本年度は、下記の三つの課題を通じて、化学に関する深い理解力と論理的、創造的な思考力を問いました。

▶ 課題Ⅰ

ファンデルワールスの状態方程式および塩の加水分解に関する議論を示し、それらを基に、物質の状態と変化に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。

▶ 課題Ⅱ

飽和水溶液に関する議論を示し、それに基づき、物質の変化に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。

▶ 課題Ⅲ

有機窒素化合物及び高分子化合物に関する題材を取り上げ、化学反応や分子構造に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。

第3次選考 面接 質問例

- 化学分野の学問・研究に強い興味をもつようになった学習などあれば、説明してください。
- 化学科で何を学びたいかを具体的に示しながら、化学科を志願する理由を説明してください。
- 提出された課題レポートにもとづいて、光を利用できる人工生命体とはどのようなものかを自分なりに考え、化学の視点で議論してください。
- 1段落程度の英文を渡しますので、読み上げてください。その後、その内容を日本語で簡単に説明してください。
- ファンデルワールスの状態方程式に基づいて、分子自身の体積の影響が大きい場合、理想気体と比べて圧力はどのように変化すると考えられるか、説明してください。

小論文 課題 I

問I-1 次の文章を読んで、設問(1)～(5)に答えよ。

理想気体 n [mol] が、圧力 P [Pa]、温度 T [K] のもとで体積 V [L] を示すとき、状態方程式 $PV = nRT$ が成り立つ。ここで、 R [Pa・L/(K・mol)] は気体定数である。実在気体では分子同士の間分子間力が働き、また分子自身に体積があるため、状態方程式の代わりに下記のファンデルワールスの状態方程式

$$\left(P + \frac{n^2}{V^2}a\right)(V - nb) = nRT$$

が成り立つことが知られている。定数 a (≥ 0)、 b (≥ 0) はそれぞれ分子間相互作用と分子体積の効果を表す定数であり、下表のように気体によってその大きさが異なる。

表 1

気体	a [Pa L ² /mol ²]	b [L/mol]
ヘリウム	3469	0.02377
メタン	230500	0.04310
二酸化炭素	365600	0.04283
アンモニア	425300	0.03737

(1) 実在気体も、ある条件のもとでは理想気体の状態方程式に従うことが知られている。次の条件のうち、最も理想気体に近づくものはどれか、その理由とともに答えよ。

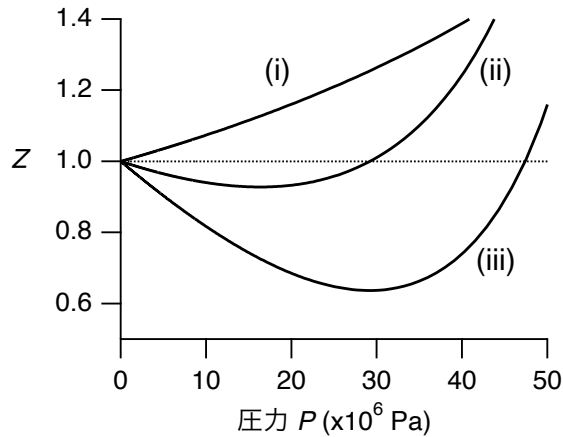
(A) 高温・高圧、(B) 高温・低圧、(C) 低温・高圧、(D) 低温・低圧

(2) 定数 a は表 1 にあるように、ヘリウムからメタン、二酸化炭素、アンモニアとなるにつれて大きくなる。この変化は、どのような分子間相互作用によるものか、記述せよ。

- (3) 理想気体からのずれを表す指標として、下記の式で表される圧縮因子

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

が用いられる。1 molのヘリウム、メタン、二酸化炭素に対して、ファンデルワールスの状態方程式を用いて Z を求め、これを圧力 P の関数としてプロットした図を下に示す。ただし、 $T = 400 \text{ K}$ である。(i), (ii), (iii) は、それぞれどの気体のものと考えられるか、理由とともに記述せよ。



- (4) 1 mol の実在気体を、温度 T 一定で、体積 V_1 から V_2 ($V_2 < V_1$) までゆっくりと圧縮すると、気体は仕事を受ける。これはエアコンなどで利用される過程の一つである。気体を受ける仕事の量は次のように書けることが知られている。

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

W を a, b, R, T, V_1, V_2 を用いて表せ。

- (5) 分子の体積の効果が無視できる場合、気体を受ける仕事 W は理想気体と比べてどのように変化するか、(4)で求めた式に基づいて論ぜよ。

問I-2 次の文章を読んで、設問(1)～(4)に答えよ。

酢酸ナトリウムは塩であり、水に溶けるとほぼ完全に電離する。酢酸ナトリウム水溶液における塩の加水分解について、次の問いに答えよ。

- (1) 酢酸イオンが加水分解して電離平衡に達する化学反応式を示せ。
- (2) 酢酸ナトリウム水溶液の濃度を c [mol/L], 平衡定数を K_h (加水分解定数ともよばれる) とすると, $[\text{OH}^-] = \sqrt{c \cdot K_h}$ と表されることを示せ。ただし, 加水分解している酢酸イオンの割合を h とすると, h は 1 に比べて非常に小さい ($h \ll 1$) ことを用いてよい。
- (3) 酢酸の電離定数を K_a , 水のイオン積を K_w とする。 K_a および K_w を用いて, K_h を表せ。
- (4) 体積 v_0 [L], 濃度 c_0 [mol/L] の酢酸ナトリウム水溶液に, 純水を一定速度 r [L/s] で注入する。注入開始から t [s] 経過した時刻における溶液の体積は, $v(t) = V_0 + rt$ [L] で表される。加水分解の反応は速やかに進み, 各時刻で瞬間的に平衡に達すると仮定する。また, 温度一定とする。

注入時刻 t [s] における溶液の濃度を $c(t)$ [mol/L] とすると, そのときの平衡濃度 $[\text{OH}^-]$ は, 近似的に

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{c(t) \cdot K_h}$$

と与えられる。このとき, 時間 T [s] のあいだにおける希釈による $[\text{OH}^-]$ の時間平均を $[\overline{\text{OH}^-}]$ と表すと, 次式により求められる。

$$[\overline{\text{OH}^-}] = \frac{1}{T} \int_0^T \sqrt{c(t) \cdot K_h} dt$$

この積分を計算することで, $[\overline{\text{OH}^-}]$ を表す式を導出せよ。

小論文 課題II

問II 次の文章を読んで、設問(1)～(6)に答えよ。原子量は、必要に応じて下記の値を用いること。

Ca = 40.1, C = 12.0, O = 16.0

水酸化カルシウムCa(OH)₂の飽和水溶液に二酸化炭素CO₂を通じると白濁が生じるが、さらにCO₂を通じ続けると、①白濁が消えて透明な水溶液が得られる。

(1) Ca(OH)₂の飽和水溶液にCO₂を通じて白濁が生じる反応と、さらにCO₂を通じ続けて白濁が消える反応について、それぞれをイオン反応式で示せ。

(2) ビーカーに入れたCa(OH)₂の飽和水溶液 5.0×10² mLにCO₂を通じ、白濁を生じさせたのち、生成した白色固体が溶解し始める直前でCO₂の供給を止めた。このときに生成した固体の質量を求めよ。ただし、答えは有効数字2桁で示せ。なお、Ca(OH)₂の溶解度積を $K_{sp} = 5.50 \times 10^{-6}$ (25 °C) とし、必要であれば次の近似値を用いてよい。

$$5.5^{1/2} = 2.35, (5.5/2)^{1/2} = 1.66, (5.5/3)^{1/2} = 1.35, (5.5/4)^{1/2} = 1.17,$$

$$5.5^{1/3} = 1.77, (5.5/2)^{1/3} = 1.40, (5.5/3)^{1/3} = 1.22, (5.5/4)^{1/3} = 1.11$$

(3) (2)で得られた白濁を含む溶液に、CO₂をさらに通じたところ、(2)で生じた固体の半分が溶解した。このときに通じさせたCO₂の質量を求めよ。ただし、答えは有効数字2桁で示せ。なお、通じさせたCO₂はすべて反応に用いられたものとする。

(4) 下線部①の透明な水溶液を加熱すると、固体が析出し再び白濁する。加熱によって固体が析出する理由を説明せよ。

(5) (4)のような白濁と溶解を繰り返す現象は、自然界における鍾乳洞の生成に関与している。石灰岩地帯の洞窟で鍾乳洞が生成する理由を、浸透する地下水とその圧力変化および溶解平衡の観点から100～150字程度で説明せよ。

(6) CO₂は固体ではドライアイスとよばれ、昇華性を示す。水を昇華させるにはどのような条件が必要か。水の状態に対する圧力と温度の関係を図示しながら説明せよ。

小論文 課題III

問III-1 次の文章を読んで、設問(1)～(4)に答えよ。原子量は、必要に応じて下記の値を用いること。
H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0

タンパク質に含まれる窒素の検出法を用いることで、有機窒素化合物に含まれる窒素の量を求めることができる。炭素、水素、窒素からなる有機窒素化合物 **A** (32.3 mg) を、適切な触媒を用い、濃硫酸と加熱することで、含まれる窒素をすべて硫酸アンモニウムに変換した。得られた ①硫酸アンモニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加え、加熱することで、窒素をすべてアンモニアとして遊離させた。 ②生じたアンモニアを過剰量の塩酸と反応させ、その後、滴定することにより、化合物 **A** に含まれる窒素の量を求めた。

- (1) 下線部①の反応を化学反応式で示せ。
- (2) 下線部②の操作では、アンモニアを0.10 mol/Lの塩酸20 mLと反応させた後、この溶液を0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。その結果、水酸化ナトリウム水溶液を7.0 mL加えたところで、pHが7となった。化合物 **A** に含まれる窒素の質量を求めよ。
- (3) 化合物 **A** に十分な量の酸素を加えて完全に燃焼させたところ、二酸化炭素が13.2 mgと水が2.7 mg得られた。化合物 **A** は、分子量184であり、一置換ベンゼンからなる化合物である。化合物 **A**として考えられる構造を一つ記せ。その導出過程も記すこと。
- (4) 有機窒素化合物のうち、アゾ基をもつある化合物に光を照射すると、色の変化が見られた。しかし、光の照射をやめると色は徐々に元に戻った。この色の変化は、分子の化学構造の変化によるものである。光の照射をやめるとなぜ色が徐々に戻るのか、光照射前と後の化合物のエネルギーに着目して論ぜよ。

問III-2 高分子化合物に関する以下の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 高分子化合物の平均分子量は、凝固点降下の測定によって決定することが困難である。この理由を、凝固点降下度と質量モル濃度の関係を表す式をもとに論ぜよ。
- (2) 伸縮性をもつゴムには、シス型の二重結合が多く含まれている。二重結合の構造が、高分子化合物の強度や弾性にどのような影響を及ぼすのか、立体構造に着目し、150字程度で論ぜよ。
- (3) ゴムは引き伸ばすと逆に縮もうとする。乱雑さの度合いを表すエントロピーに着目し、この現象が起こる理由を150字程度で論ぜよ。