

令和6年度 入学試験問題訂正等用紙

一般選抜 前期日程

教科・科目等： 化学A

学部・学科等：【教育学部】学（理）
 【理学部】理（化、生、地、学）
 【工学部】物、情
 【農学部】食、地

訂正等種別

(該当する番号を○で囲む)

①	問題の訂正
2	解答用紙の訂正
3	補足説明

1 問4、問7（1）、問7（3）

（誤）小数点第1位

（正）小数第1位

令和6年度前期日程入学試験問題

化 学 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、9ページ(表紙, 白紙を除く)です。試験開始後, 確認しなさい。
- ③ 問題は, **1**から**4**まで4問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は3枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は, 問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。解答用紙には, 裏面にも解答欄があります。

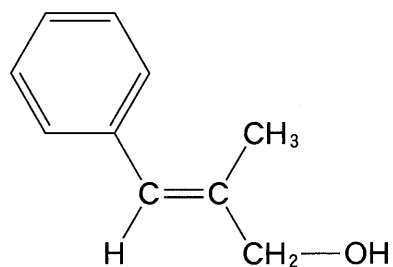
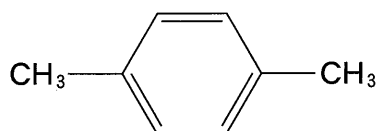
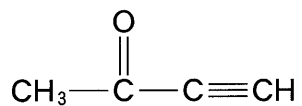
- ・問題を解くにあたって必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量： H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Si 28.1

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

- ・有機化合物の構造式は，次の例にならって書け。炭素原子を含む原子間に二重結合や三重結合がある場合には，明確に示すこと。

例

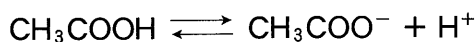


1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、温度は 25 °C、酢酸の電離定数を $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とする。また、必要があれば、以下の値を用いよ。

$$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 2.7 = 0.43$$

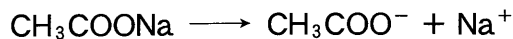
弱酸とその塩、あるいは弱塩基とその塩の混合水溶液は、少量の酸や塩基を加えても、pH が変化しにくい性質をもつ。このような作用は生体内の血液や細胞内でも認められる。

弱酸である酢酸の水溶液の pH を求めてみよう。酢酸は水溶液中で一部が電離して以下のような電離平衡が成り立つ。



酢酸水溶液のモル濃度を c_1 [mol/L]、酢酸の電離度を α 、電離定数を K_a とすると、電離平衡に達したときの酢酸および各イオンのモル濃度は、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] =$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] =$ 、 $[\text{H}^+] =$ となる。したがって、 $K_a =$ と表される。ただし、酢酸の電離度 α は 1 に比べて非常に小さいので、 $K_a =$ と近似でき、 $[\text{H}^+] =$ と求めることができる。ここで、 $c_1 = 0.20$ mol/L のとき、 $\text{pH} =$ となる。

次に、モル濃度がそれぞれ、 c_2 [mol/L] の酢酸水溶液 0.50 L と c_3 [mol/L] の酢酸ナトリウム水溶液 0.50 L を混合して 1.00 L となった水溶液の pH を求めてみよう。この水溶液中では、酢酸ナトリウムはほぼ完全に電離して以下のようなようになる。



この混合水溶液中の酢酸が電離平衡に達したとき、酢酸分子が電離して生じる $[\text{H}^+]$ を x [mol/L] とすると、各モル濃度はそれぞれ $[\text{CH}_3\text{COOH}] =$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] =$ となる。ここでも酢酸の電離度は非常に小さいので、酢酸の電離定数は $K_a =$ と近似でき、さらに $[\text{H}^+] =$ と表すことができる。

問 1 下線部①のような pH が変化しにくい溶液のことを何というか。

問 2 ~ にあてはまる適切な式を c_1 , α を用いて表せ。

問 3 にあてはまる適切な式を c_1 , K_a を用いて表せ。

問 4 にあてはまる数値を小数点第 1 位まで答えよ。

問 5 ~ にあてはまる適切な式を c_2 , c_3 , x から必要なものを用いて表せ。

問 6 にあてはまる適切な式を c_2 , c_3 , K_a を用いて表せ。

問 7 下線部②の水溶液について、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) $c_2 = 0.40 \text{ mol/L}$, $c_3 = 0.20 \text{ mol/L}$ のとき、この水溶液の pH を小数点第 1 位まで答えよ。

(2) (1)の水溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えても pH はあまり変化しない。この理由を、イオン反応式を用いて説明せよ。

(3) (1)の水溶液に水酸化ナトリウム 0.050 mol を溶解させたときの pH を小数点第 1 位まで求めよ。ただし、酢酸の電離度は 1 より十分小さいとして、計算過程も示せ。また、溶解による溶液の体積変化はないものとする。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、 $\sqrt{3} = 1.7$ とし、 $(0.543)^3 = 0.16$ とする。

結晶は構成する元素の種類に応じて様々な構造や性質を示す。食塩の主成分である塩化ナトリウムなどの **ア** 結晶は陽イオンと陰イオンが静電的な引力により結合し、この結晶は硬いがもろいという特徴がある。 **ア** 結晶には水によく溶けるものが多い。例えば、80℃の水100gに塩化ナトリウムは最大40g溶ける。一方、ケイ素などの **イ** 結合からなる結晶は非常に硬いという特徴がある。この結晶の例としてケイ素の結晶の単位格子とその一部を抜き出したものを図1に示す。ケイ素原子は単位格子の立方体の各頂点と各面の中心に位置し、さらに立方体の内部にも存在している。単位格子を8つの立方体に分けると、中心にケイ素原子がある構造(A)と中心にケイ素原子がない構造(B)が4つずつ交互に配列した構造になっている。単位格子一辺の長さは0.543 nm であり、単位格子内にケイ素原子は **ウ** 個含まれる。これら以外の結晶の種類にはナトリウムなどの **エ** 結晶やドライアイスなどの **オ** 結晶がある。

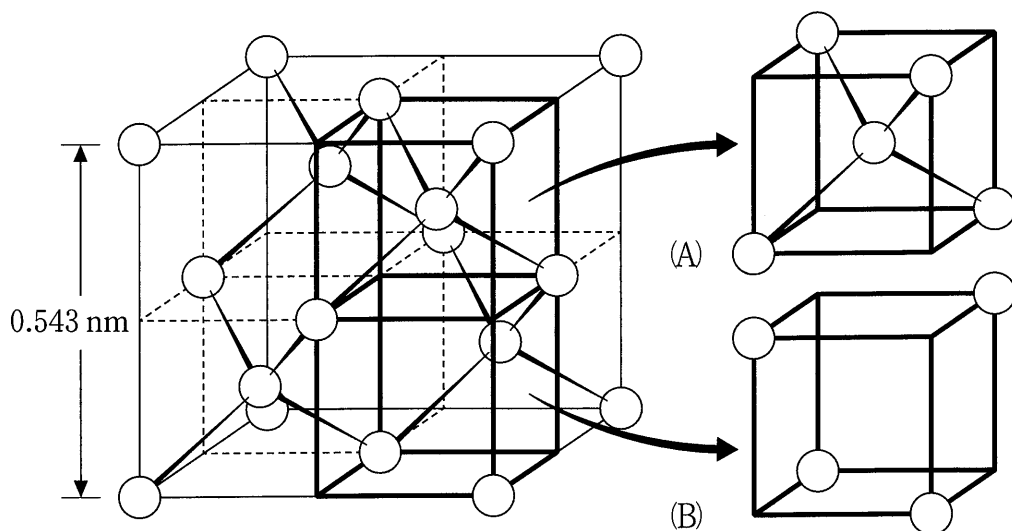


図1 ケイ素の結晶の単位格子とその一部を抜き出したもの

問 1 ア ~ オ にあてはまる最も適切な語句や数値を書け。

問 2 ケイ素と同じ結晶構造をとる物質を次の(a)~(d)から 1 つ選び、記号で答えよ。

(a) 黒鉛

(b) ヨウ素

(c) ダイヤモンド

(d) アルミニウム

問 3 結合しているケイ素原子の中心間の距離[nm]を有効数字 2 桁で答えよ。

問 4 ケイ素の結晶の密度[g/cm³]を有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 下線部について次の(1), (2)に答えよ。

(1) 80℃における塩化ナトリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度[%]を有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 80℃における塩化ナトリウムの飽和水溶液 100 g から温度を変えずに水を 30 g 蒸発させた。析出する塩化ナトリウムの結晶は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

合成樹脂(プラスチック)は、軽く、成形しやすいので、日常生活のいたるところに使われている。生産量が多いポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンの3つの合成樹脂の原料(単量体)^①は、共通して 基をもっている。同じく生産量が多いポリエチレンテレフタレート(PET)は、飲料の容器として使われている。^②これらの合成樹脂は、加熱すると軟化し、冷やすと再び硬くなるという特徴をもち、 樹脂とよばれる。合成樹脂が大量に使用されるようになると、環境汚染の大きな要因となってきたため、合成樹脂のリサイクル技術の開発・実用化が進められている。また、自然界で微生物によって比較的容易に分解される 高分子の活用も注目されている。その1つに、乳酸を縮合重合して得られるポリ乳酸があり、農業用シート、食品トレイ、包装用フィルムなどとして利用されている。

乳酸は分子式 $C_3H_6O_3$ で表されるヒドロキシ酸であり、黄色沈殿を生じるヨードホルム反応で検出^④することができる。乳酸は有機合成法または発酵法により工業的に製造が可能である。有機合成法の1つは、アセトアルデヒドにシアン化水素を反応させて得られた生成物を加水分解する方法である。同法で得られる乳酸は、不斉炭素原子が原因で生じる の混合物となる。

問1 ~ にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 にあてはまる最も適切な語句を、次の(ア)~(ウ)の中から選び、記号で答えよ。

(ア) 構造異性体

(イ) 幾何異性体

(ウ) 鏡像異性体

問 3 下線部①について、ポリエチレンには、低密度ポリエチレンと高密度ポリエチレンがある。次の(ア)~(ウ)の中から、高密度ポリエチレンの特徴に関する記述を1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 合成時の条件は、比較的高温高压である。
- (イ) 透明でやわらかい。
- (ウ) 分子には枝分かれが少なく、結晶部分が多い。

問 4 下線部②について、分子量が 3.84×10^5 の PET 1 分子中のエステル結合をすべて加水分解すると何 g のテレフタル酸が生じるか。有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 下線部③について、次の(ア)~(エ)の中から、合成樹脂に関する記述として間違っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 合成樹脂は一般的に分解されにくいため、自然界に長く残留する。
- (イ) ポリ塩化ビニルなどの合成樹脂の中には、焼却するとダイオキシンなどの有毒な物質を発生するものがある。
- (ウ) マテリアルリサイクルとは、合成樹脂に熱を加え、単量体にもどして新しい樹脂をつくり、再利用することである。
- (エ) サーマルリサイクルとは、合成樹脂を焼却したときに発生した熱をエネルギーとして利用することである。

問 6 下線部④の反応は以下の式で表される。係数 $a \sim d$ にあてはまる数字を書け。



問 7 乳酸の構造式を記せ。なお、不斉炭素原子に*を付すこと。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ベンゼンは炭素と水素からなる芳香族化合物である。化合物 A を赤熱した鉄に接触させると 3 分子の化合物 A が重合して、ベンゼンを生じる。ベンゼンのすべての炭素原子および水素原子は同一平面上に位置している。ベンゼンに鉄粉①または塩化鉄(Ⅲ)を触媒として塩素を反応させると、無色の液体の化合物 B を生じる。ベンゼンとプロペンを、触媒を用いて反応させると化合物 C を生じる。化合物 C を酸素で酸化した後、希硫酸で分解すると化合物 D とアセトンを生じる。ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えて反応させると化合物 E を生じる。ニッケルや白金などを触媒として化合物 E を水素で還元すると化合物 F を生じる。

ベンゼンの水素原子 1 つをメチル基で置換した化合物をトルエンという。トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化した後、酸を加えると化合物 G を生じる。また、高温でトルエンに混酸を加えると主に化合物 H を生じる。

問 1 次の(ア)~(オ)の化合物のうち、下線部①の条件を満たす化合物をすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) シクロヘキサン (イ) エチレン (ウ) グルコース
(エ) ナфтаレン (オ) メタン

問 2 化合物 A~H の構造式をそれぞれの解答欄に記せ。

問 3 下線部②について、触媒を用いる代わりに、ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を反応させると化合物 B とは異なる化合物を生じる。この化合物の構造式を記せ。

問 4 化合物 F を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、黒色の物質を生じる。この物質は何とよばれるか答えよ。

問 5 化合物 F と無水酢酸を反応させたときの化学反応式を、構造式を用いて
記せ。

問 6 化合物 H の化合物名を答えよ。