

# 平成 29 年度入学試験問題（後期日程）

## 化 学

### 出 題 意 図

---

#### 問題 1

混合物と純物質の相違、および濃度や成分からの出題である。混合物の密度は、純物質の密度と異なることをきちんと理解しているか、また、混合物の密度が成分濃度に関係することや、混合物の成分を分離検出できることなど、基本を問うた。

---

#### 問題 2

希薄溶液に関する基礎的な知識と計算力を問うた。具体的には不揮発性の溶質が溶媒に加えられた場合に溶液の沸点や凝固点に及ぼす影響の理解度を問うた。

---

#### 問題 3

芳香族化合物の 1 つであるベンゼンを題材として、その反応性と性質について基礎的な学力を身に着けているかを問うた。エステル反応に関する知識についても問うた。

---

---

#### 問題 4

主要な合成高分子であるポリスチレンを題材として、構造と重合度の計算について知識を問うた。水浄化等、多方面において利用され重要である陽イオン交換樹脂に関して、構造、イオン交換と中和滴定操作についての理解を問うた。また、天然高分子であるタンパク質に関連した基本事項として、トリペプチドを題材として、主要なアミノ酸の構造の知識、ペプチドの構造の理解、特にN末端アミノ酸とC末端アミノ酸の区別の必要性についての理解を問うた。末端官能基の標識については高校教科書には記載されない場合があるが、問題文中の説明で正答を得るのに十分な情報は提供しており、ここでは説明された概念を理解し用いる力も求めた。化学の基本である構造を書き表す力をやや重視している。

---

## 平成29年度入学試験問題

## 化学

## 注意事項

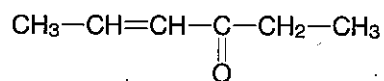
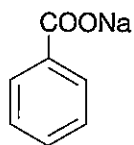
1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答は解答用紙の指定されたところに記入下さい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入下さい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、12 ページあります。ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出下さい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子は持ち帰ること。

問題の解答に必要なならば、以下の数値を用い下さい。

原子量 H:1.00 C:12.0 N:14.0 O:16.0 Na:23.0 Cl:35.5

化合物の構造式を答える場合には、記述例にならって書き下さい。

記述例



1

以下の設問(1)~(4)に答えよ。

- (1) 次の文章を読み、空欄(ア)~(ウ)にあてはまる適語を答えよ。

私たちの身のまわりにある物質の多くは、2種類以上の物質の混合物である。それに対して、1種類の物質だけからなる単一物質を(ア)という。(ア)の融点・沸点・密度は物質ごとに決まっており、定まった測定条件の下で一定値である。一方、混合物の融点・沸点・密度は成分物質の混合割合によって変化する。混合物が2成分の場合には、混合物の密度から濃度がわかる。

混合物中にどんな成分があるのかを調べるときには、それぞれの成分を(ア)に分離し、分離した単一物質が何であるかを調べるのがよい。分離法には、沈殿ろ過、再結晶、(イ)、昇華、抽出、クロマトグラフィーなどがある。

液体どうしの混合物を加熱し生じた蒸気を冷却すれば、蒸発しやすい成分を蒸発しにくい成分から分離できる。この(イ)によって、成分ごとに分離する操作をとくに(ウ)といい、原油から粗製ガソリンや灯油などを取り出すのに利用されている。

- (2) 以下の問a)およびb)に答えよ。

a) 金の密度を  $d_1$  [g/cm<sup>3</sup>]、銀の密度を  $d_2$  [g/cm<sup>3</sup>] とする。質量  $M_1$  [g] の金と質量  $M_2$  [g] の銀との合金の体積  $V$  [cm<sup>3</sup>] を、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $d_1$ 、 $d_2$  を使って方程式で記せ。ただし、合金の体積は、もとの金の体積と銀の体積との和であると仮定する。

b) 質量 579 g の金と質量 210 g の銀との合金の密度を求めよ。単位を明記し、有効数字 3 桁で答えよ。金の密度は 19.3 g/cm<sup>3</sup>、銀の密度は 10.5 g/cm<sup>3</sup> とする。

- (3) 試薬の濃度に関する次の問に答えよ。

密度が 1.38 g/cm<sup>3</sup> であり、質量パーセント濃度が 62% である硝酸のモル濃度を求めよ。単位を明記し、有効数字 2 桁で答えよ。

- (4) 次の文章を読み、以下の問a)およびb)に答えよ。

硝酸銅(II)と硝酸鉄(III)の混合水溶液を試験管に少量とり、この溶液に濃アンモニア水を滴下したところ、沈殿が生じた。ろ過をすると、沈殿は赤褐色、ろ液は深青色であった。

a) 赤褐色沈殿について、この物質の名称を答えよ。

b) 深青色のろ液について、深青色を示すイオンの名称と化学式を答えよ。

2

希薄溶液の性質に関する次の文章について、以下の設問(1)~(6)に答えよ。

純溶媒に(ア)物質を溶質として溶かすと、溶質の分だけ溶媒分子の割合が減り、溶液の沸点は上昇し、凝固点は降下する。溶質が(ア)の非電解質の場合、質量モル濃度が同じであれば、沸点および凝固点の変化は、非電解質の種類によらず等しくなる。

溶質が電解質の場合、溶液の沸点および凝固点は、溶液中のすべての溶質粒子(電離したイオンを含む)の質量モル濃度に比例することが知られている。そこで、少量の塩化ナトリウムを水に溶解し、冷却を行った。時間が経つにつれ凝固が始まり、水溶液に氷を含む状態で液温が下がり続けた。さらに冷却を続けると水溶液がすべて凝固した。

- (1) 空欄(ア)にあてはまる適語を答えよ。
- (2) 蒸気圧と温度の関係をもとに下線部①の現象がおきる理由を100字以内で記せ。
- (3) 次の水溶液A~Cを沸点の高い順に並べよ。ただし、電解質は完全に電離するものとする。  
水溶液A：0.12 mol/kgの塩化ナトリウム水溶液  
水溶液B：0.20 mol/kgのグルコース水溶液  
水溶液C：0.10 mol/kgの塩化カルシウム水溶液
- (4) 下線部②について、モル濃度ではなく質量モル濃度を用いる理由を40字以内で記せ。
- (5) 純粋な水の場合には凝固が進む間、液温は一定である。塩化ナトリウム水溶液で下線部③のよりに液温が下がり続ける理由を50字以内で記せ。
- (6) 2.92 gの塩化ナトリウムを1.00 kgの純粋な水に溶かし、 $-0.37^{\circ}\text{C}$ に保つと、平衡状態では何kgの水が存在しているか。計算過程を示して、有効数字2桁で答えよ。ただし、水のモル凝固点降下 $K_f$ は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。また、塩化ナトリウムは完全に電離するものとする。

3

次の文章を読み、以下の設問(1)~(6)に答えよ。

芳香族炭化水素は、石炭の乾留によって生じるコールタールや石油の精製残留物に含まれ、主にプラスチックや医薬品、香料、染料などの原料に用いられる。

代表的な芳香族炭化水素であるベンゼンに濃硫酸を加えて熱すると、置換反応がocこり(ア)が生成する。鉄粉の存在下でベンゼンを塩素と反応させると(イ)が生じる。他方で、光(紫外線)の照射下、ベンゼンと塩素との反応では付加反応がocこり、(ウ)が得られる。

ベンゼンの水素原子をカルボキシ基で置換した化合物は芳香族カルボン酸とよばれ、エチルベンゼンを過マンガン酸カリウム水溶液と共に加熱すると、(エ)が得られる。また、ベンゼンの2つの水素原子をカルボキシ基で置換した化合物には、3つの異性体が存在する。<sup>①</sup>

ベンゼンの水素原子の1つをヒドロキシ基で置換した化合物は(オ)といい、ベンゼンを原料として数段階で合成することができる。(オ)はベンゼンよりさらに置換反応をおこしやすい。(オ)に濃硝酸と濃硫酸の混合物を過剰量加えて反応させると、(カ)が生成する。一方で(オ)に臭素水を十分に加えて反応させると(キ)が得られる。

(オ)のオルト位の炭素原子にカルボキシ基が結合した化合物は(ク)といい、(オ)を出発原料として合成することができる。また(ク)の誘導体には、医薬品として重要な化合物が数多く存在することがよく知られている。(ク)に無水酢酸を作用させると(ケ)を生成し、一方で硫酸の存在下でメタノールを作用させると、(コ)を生成する。<sup>④</sup>

(1) 空欄(ア)~(コ)にあてはまる化合物の名称を記せ。

(2) 下線部①について、以下の問a)およびb)に答えよ。

a) 3つの異性体のうち分子内脱水反応が進行する化合物の構造式と名称を示せ。

b) a)の化合物が分子内脱水反応した結果、生じる化合物の構造式と名称を示せ。

(3) 下線部②について、ベンゼンを出発原料として(オ)を合成する方法がいくつか知られているが、その製法の1つについて、構造式を用いて一連の反応を示せ。

(4) 下線部③について、(オ)を出発原料として、(ク)を合成する一連の反応について、解答用紙の空欄  および  に適切な構造式を記せ。

(5) 下線部④について、硫酸の存在下での(ク)とアルコールの反応は完全には進行しないことが知られている。この理由を70字以内で記せ。

(6) 塩化鉄(III)水溶液を加えたとき、紫色を呈するのは(ケ)と(コ)のうちどちらか。その構造式を記し、呈色する理由を30字以内で答えよ。

4 以下の設問(1)および(2)に答えよ。

(1) 次の文章を読み、以下の問 a)～e)に答えよ。

スチレンの付加重合によりポリスチレンが得られる。また、スチレンを適量の *o*-ジビニルベンゼンと共重合して生じる架橋された樹脂を濃硫酸で処理するとイオン交換樹脂になる。

この樹脂がどれだけのイオンを交換できるかは、次のようにして見積もることができる。まず、交換可能なイオンをすべて水素イオンにするため、イオン交換樹脂を十分な量の(ア)で処理し、次いで(イ)を用いて完全に洗浄する。次に、洗浄した樹脂をカラム(筒型の容器)に詰めて十分な量の(ウ)をゆっくりと通し、流出液の全量を回収する。回収した流出液を(イ)で希釈し、希釈した流出液の1/10を正確に分取し、濃度がわかっている(エ)で中和滴定する。

a) 空欄(ア)～(エ)にはそれぞれ何が入るか。最も適切な操作となるように、次の語句から重複することなく1つずつ選べ。

純粋な水      塩酸      水酸化ナトリウム水溶液      塩化ナトリウム水溶液

b) スチレンとポリスチレンの構造式をそれぞれ示せ。

c) 平均分子量  $2.08 \times 10^5$  のポリスチレンの平均重合度はいくらか。計算過程を示して、有効数字3桁で答えよ。

d) このようにして得られるイオン交換樹脂の一般的な構造を、架橋構造と官能基がわかるように示せ。

e) このイオン交換樹脂 10.0 g を用いて上記の操作をおこなったところ、中和滴定において濃度 0.100 mol/L の標準溶液 23.80 mL が必要であった。この場合、樹脂は 1.00 g あたり何 mol の1価イオンを交換したか。計算過程を示して、有効数字3桁で答えよ。なお、イオン交換は完全におこなわれたものとする。

(2) 次の文章を読み、以下の問 a) および b) に答えよ。

$\alpha$ -アミノ酸3分子が縮合した鎖状の構造をもつトリペプチドAがある。一般に、アミノ酸やペプチドがもつアミノ基を適当な物質と反応させて、別の構造に変えることでアミノ基であった部分に「印」をつけることができる。これを、アミノ酸やペプチドを「標識する」という。トリペプチドAに標識するための反応をおこなった後、完全に加水分解したところ、「標識されたアラニンに相当する化合物」と「標識されていないフェニルアラニン」の2種類のみが得られた。なお、標識のための反応はペプチド結合などの他の構造に影響せずに完全に進行し、また加水分解反応は標識に影響を与えないものとする。

a) 構成アミノ酸がアラニンとフェニルアラニンの2種類である鎖状の構造をもつトリペプチドは全部で何種類存在するか。光学異性体は考えないものとする。

b) トリペプチドAの構造式を示せ。光学異性体は考えないものとする。

平成29年度 個別学力検査（後期日程）  
問題訂正  
「化 学」

【問題冊子】

8 ページ 3 (2) b)

(誤) 「・・・，生じる化合物の・・・」

(正) 「・・・，生じる有機化合物の・・・」