

# 平成 20 年度 入学試験問題

## 理 科

Ⅰ 物 理 ・ Ⅱ 化 学  
Ⅲ 生 物 ・ Ⅳ 地 学

2 月 25 日 (月) (情—自然) 13 : 15—14 : 30

(理・医・工・農) 13 : 15—15 : 45

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子と答案冊子を開いてはいけない。
2. 問題冊子のページ数は、41 ページである。
3. 問題冊子とは別に、答案冊子中の答案紙が理学部志望者と情報文化学部自然情報学科志望者には 16 枚(物理 4 枚, 化学 5 枚, 生物 3 枚, 地学 4 枚), 医学部志望者と農学部志望者には 12 枚(物理 4 枚, 化学 5 枚, 生物 3 枚), 工学部志望者には 9 枚(物理 4 枚, 化学 5 枚)ある。
4. 落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所などがあつたら, ただちに申し出よ。
5. 情報文化学部自然情報学科志望者は, 物理, 化学, 生物, 地学のうち 1 科目を選択して解答せよ。  
理学部志望者は, 物理, 化学, 生物, 地学のうち 2 科目を選択して解答せよ。ただし, 物理, 化学のいずれかを必ず含むこと。  
医学部志望者と農学部志望者は, 物理, 化学, 生物のうち 2 科目を選択して解答せよ。  
工学部志望者は, 物理と化学の 2 科目を選択して解答せよ。
6. 解答にかかる前に, 答案冊子左端の折り目をていねいに切り離し, 自分が選択する科目の答案紙の, それぞれの所定の 2 箇所に受験番号を記入せよ。選択しない科目の答案紙には, 大きく斜線を引け。
7. 解答は答案紙の所定の欄に記入せよ。所定の欄以外に書いた解答は無効である。
8. 答案紙の右寄りに引かれた縦線より右の部分には, 受験番号のほかは記入してはいけない。
9. 問題冊子の余白は草稿用として使用してもよい。
10. 試験終了後退室の許可があるまでは, 退室してはいけない。
11. 答案冊子および答案紙は持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ってもよい。

# II

# 化 学

- (1) 問題は、次のページから書かれていて、I, II, III, IV, Vの5題である。
- (2) 解答は、問題ごとに与えられた指示にしたがって、答案用紙の所定の解答欄に書き入れよ。文字や記号は、まぎらわしくないように、はっきり記せ。
- (3) 原子量が必要なときは、次の値を用いよ。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, F = 19.0, Na = 23.0,

S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1, Ar = 40.0, Ca = 40.1, Zn = 65.4

## 化学 問題 I

問 1 次の文章を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

ヨウ化水素のような  をもつ分子の間には、おもに静電気力による引力が働いて液体や固体を形成している。一方、 を持たない窒素分子やヘキサン分子のような  分子の間にも引力が働く。このような分子間の引力により規則正しく配列してできた固体を  とよぶ。 は一般に、融点が低く昇華しやすいものが多い。また、 分子の間に働く分子間力を  とよんでいる。ハロゲンやアルカンのような  分子では、一般に  が大きいほど  は強くなり、これらの物質の融点と  がともに高くなる傾向にある。これに対して、分子間に働く力の中でも、水素結合は比較的強い結合として知られている。フッ素や酸素のような、 の大きい原子に結合した水素原子は、隣りあった分子と静電的に結合する。

設問(1)：文中の  ~  に該当する語句を記せ。

設問(2)：下記の物質の中で、下線部①の  となりうるものを3つ選べ。

塩化ナトリウム、ドライアイス、フッ化カルシウム、  
ヨウ素、ナフタレン、石英、ダイヤモンド、ミョウバン

設問(3)：フッ素と硫化水素の  はどちらが低いか、物質名で答えよ。また、その理由として最も適切なものを以下の a)~d)の中から選べ。

- a) 分子を構成している各原子のイオン半径の違いによる。
- b) 分子を構成する共有結合の電子対の数の違いによる。
- c) 分子中の電荷のかたよりによる静電的な引力の違いによる。
- d) 分子を構成する共有結合の結合距離の違いによる。

問 2 次の文章を読んで、設問(1)と(2)に答えよ。

不揮発性の物質が溶けた水溶液と純粋な水(純水)を比べた場合、不揮発性の物質が溶けた水溶液では、水溶液中の水分子の割合が、純水に比べて  し、同じ温度の純水に比べて蒸気圧は  なる。このような現象を  という。

設問(1)：文中の  ～  に該当する語句を記せ。

設問(2)：純水 1.00 kg に、下記の物質 a)～c)をそれぞれ 5.00 g 溶かした水溶液がある。これらの水溶液の質量モル濃度を計算し、有効数字 2 桁で記せ。また、このとき、25℃において a)～c)の水溶液の蒸気圧が高い順に記号で記せ。

- a) フルクトース ( $C_6H_{12}O_6$ )
- b) 塩化カリウム (KCl)
- c) 硫酸亜鉛七水和物 ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ )

## 化学 問題Ⅱ

問 1 次の文章を読んで、設問(1)と(2)に答えよ。

塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  の結晶を水の中に入れると、結晶を形成しているナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  は、水の中に入り込んで、最終的に均一な液体になる。このような現象を  といい、 によって生じた均一な液体を溶液という。水のように、他の物質を溶かす液体を  とよび、塩化ナトリウムのように  に溶けた物質を溶質という。

溶液の中に溶質がどれくらい溶けているかを示す量を濃度といい、質量パーセント濃度やモル濃度がよく用いられている。とくにモル濃度とは、溶液 1 l 中の溶質の量を物質量 [mol] で表した濃度で、次式で表される。

$$\text{モル濃度} [\text{mol/l}] = \frac{\text{溶質の物質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [l]}$$

たとえば、1.17 g の塩化ナトリウムが溶けている 20.0 ml の水溶液のモル濃度は、 mol/l である。

さて、この水溶液の中に溶けている  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の数について考察してみよう。まず、水の密度を  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とすると、水 20.0 ml は物質量で  mol、水分子の総数で  個に対応することがわかる。この水溶液に溶けている塩化ナトリウムが、完全に電離しているとする、 $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  は、共に  mol ずつ溶けていることになる。つまり、このとき水溶液には、 $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  が、それぞれ  個ずつ含まれている。

いま、水に塩化ナトリウムが溶け込んだことによって生じる水溶液全体の体積変化が無視できるとすると、上の塩化ナトリウム水溶液中には、水分子 1000 個あたり  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  がそれぞれ  個ずつ存在することがわかる。

設問(1):  と  に適切な語句を下の中から選んで答えよ。

融解、昇華、溶解、溶媒、触媒

設問(2):  ~  に当てはまる適切な数値を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、アボガドロ定数は、 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

問 2 次の記述(a)~(d)において、A~Eは気体  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Ar}$  のいずれかである。設問(1)~(5)に答えよ。

(a) A, B, Dには刺激臭がある。

(b) Bは有色である。

(c) BとCの混合物は、室温でも光により爆発的に反応し、Aを生じる。

(d) 下の図に示すような装置がある。入口Xと出口Yの間には、最初、乾燥したヘリウムガスが充てんしてあり、装置内部は外気から遮断されている。U字管は寒剤(氷と食塩の混合物)に浸してある。酸化銅(II)の粉末を加熱しながら、入口Xから静かにDを流すと反応が起こり、最初乾いていたU字管の内部には物質Mが、気体捕集容器には無色のEが集まった。 U字管に集まったMは室温で液体である。これに塩化コバルトで青色に着色したシリカゲルを浸すと、淡赤色になった。また、Eはハーバー・ボッシュ法の原料になる気体のひとつである。

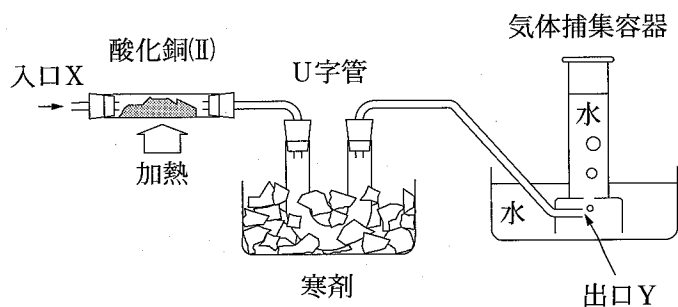
設問(1)：A~Eの分子式を答えよ。

設問(2)：実験室で気体Dを作りたい。その発生法を表す反応式を記せ。

設問(3)：物質Mの化学式を記せ。

設問(4)：(d)の反応の後、酸化銅(II)は金属銅に変化していた。下線部の反応の化学反応式を記せ。

設問(5)：1 molの気体Eの生成を伴う設問(4)の反応は、265 kJの発熱反応であった。酸化銅(II)の生成熱は167 kJ/mol(発熱反応)、液体Mの生成熱は286 kJ/mol(発熱反応)であるとき、気体Dの生成熱を求めよ。



## 化学 問題Ⅲ

問 1 次の記述(a)~(e)を読んで、設問(1)~(5)に答えよ。ただし、A~E はいずれも元素記号に同じアルファベットを含む元素である。

- (a) A の二酸化物は大気中に約 0.04 % 存在し、水に溶けると弱酸性を示す。
- (b) B の水酸化物の水溶液に A の二酸化物を通じると、白色沈殿が生じた。さらに通じ続けると沈殿は溶けた。
- (c) B と C からなる化合物は水によく溶け、乾燥剤や融雪剤に用いられる。
- (d) よくみがいた D の板を空气中で加熱すると表面が黒くなった。これを室温まで冷却したのちアンモニア水溶液に浸すと、速やかに溶液の色が青くなり、D の表面はもとの色にもどった。
- (e) E は金属元素で、酸化数として主に +3, +6 をとる。

設問(1) : A~E の元素記号を答えよ。

設問(2) : (b)の記述中の下線①, ②の現象に該当する化学反応式を記せ。

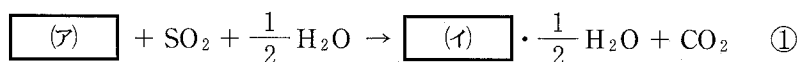
設問(3) : (d)の記述中の下線③, ④の現象に該当する化学反応式を記せ。

設問(4) : D の硫酸塩の水溶液に、よくみがいた鉄線を入れると、どのような現象が起こるか、理由とともに 60 字以内で記せ。

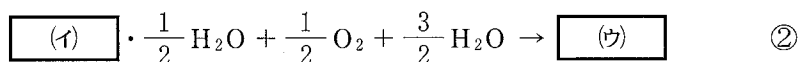
設問(5) : C と水素原子からなる化合物の高濃度水溶液から C の単体を生成する反応に、E の酸化数 + 6 の化合物を用いる方法がある。その反応の化学反応式を記せ。

問 2 次の文章を読んで、設問(1)と(2)に答えよ。

ごみ焼却設備から排出される排ガス中には、焼却炉内で発生する有害な二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  を含むことがある。このような排ガス中の  $\text{SO}_2$  を、化学反応により、安全な化合物にする方法として、石灰セッコウ法がある。この方法では、まず、石灰石の主成分である  $\boxed{\text{ア}}$  と  $\text{SO}_2$  により、反応①を起こさせる。



次に、上式中の化学式  $\boxed{\text{イ}} \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  で表される化合物を、反応②により、空気中の酸素によって酸化させ、セッコウを生成させる。



設問(1)：文章中の  $\boxed{\text{ア}}$ ，  $\boxed{\text{イ}}$ ，  $\boxed{\text{ウ}}$  に適切な化学式をそれぞれ記入せよ。また，  $\boxed{\text{イ}}$  の化合物名を記せ。

設問(2)：排ガス中の  $\text{SO}_2$  濃度を測定するため、10 分間、排ガスを石灰セッコウ法の反応装置に流した。その後、反応により生成したセッコウの沈殿を回収したところ、その量は 0.1722 g であった。このときの排ガス量は、 $0^\circ\text{C}$ ， $1 \text{ atm}(= 1.013 \times 10^5 \text{ Pa})$  に換算すると 1 分間あたり 10 l である。この排ガス中の  $\text{SO}_2$  濃度をガス中の体積割合[排ガス 1 l あたりに含まれる  $\text{SO}_2$  の量( $l$ )]として、有効数字 2 桁で求めよ。解答を導く過程も示せ。ただし、排ガス中の  $\text{SO}_2$  はすべて反応により消費されたものとし、また、セッコウは水に溶けないものとする。

## 化学 問題Ⅳ

アニリンに関する以下の文章を読んで、設問(1)～(8)に答えよ。

アニリンはベンゼン環にアミノ基が一つ結合した化合物で、実験室では **A** を還元することで合成できる。具体的には **A** にスズを加え、さらに濃塩酸を加えて湯浴で加熱する。反応が完結すると、最初二層に分かれていた反応液は均一になる。次に水酸化ナトリウム水溶液を加えて溶液を塩基性にしてから、ジエチルエーテルを加えてよく振ると、エーテル層にアニリンが抽出される。アニリンは油状の液体で、**B** の水溶液を加えると赤紫色に呈色する。また空気やニクロム酸カリウムなどで十分に酸化すると、**C** とよばれる黒色の生成物に変化する。

アニリンと無水酢酸を反応させると **D** が得られる。実際に **D** を合成する場合、アニリンと無水酢酸を直接混合するのは大きな発熱を伴うので危険である。そこでアニリンに、**E** で希釈した無水酢酸の均一溶液をゆっくり加える。③ 反応が完結したのち、この反応溶液を大量の冷水で希釈すると、水に対する溶解度の低い **D** が沈殿として得られる。

アニリンは芳香族アゾ化合物の原料でもある。アニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると塩化ベンゼンジアゾニウムが生成し、これにナトリウムフェノキシド水溶液を加えると化合物 **F** が生成する。

設問(1)：空欄 **A**～**D** に該当する物質あるいは化合物の名称を記せ。

設問(2)：下線部①で、反応が完結するとなぜ均一溶液になるのか。理由を 30 字以内で述べよ。

設問(3)：下線部②の操作においてジエチルエーテルの代わりにエタノールを用いることはできない。その理由を 20 字以内で述べよ。

設問(4)：アニリンと無水酢酸から化合物 **D** が生成する際の化学反応式を記せ。

設問(5)：下線部③の実験操作において、反応溶液を冷水で希釈して**D**を得ることを考慮した場合、**E**として最も適切なものを以下の4つの液体の中から選べ。

ヘキサン，酢酸エチル，ベンゼン，酢酸

設問(6)：化合物**D**に希硫酸を加えて加熱したところ、反応溶液から刺激臭がしてきた。この刺激臭をもつ物質は何か。化学式で答えよ。

設問(7)：下線部④の塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する化学反応式を記せ。また、塩化ベンゼンジアゾニウムは低温では水溶液中で安定に存在するが、加熱するとその一部は窒素を発生しつつ分解する。この分解反応で生成する有機化合物は何か。その構造式を記せ。

設問(8)：化合物**F**の構造式を記せ。

## 化学 問題V

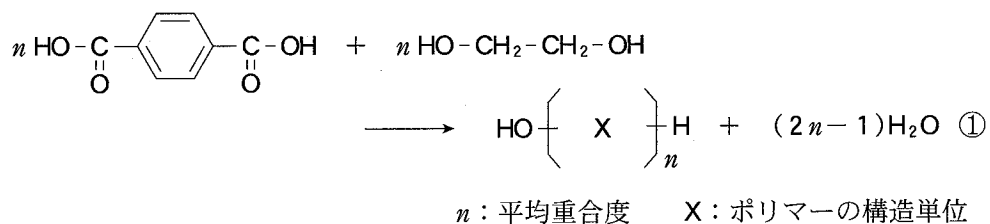
次の文章を読んで、設問(1)～(6)に答えよ。

合成樹脂は、熱に対する性質によって、a 樹脂と b 樹脂に分類される。フェノール、メラミンや尿素が原料となる合成樹脂は、a 樹脂であり、立体網目状構造を形成する。そして、家庭用プラスチック製品とともに、建材用合板や内装材等の接着剤としても使用されている。いずれも化合物 A を添加して縮合重合により合成される。

尿素樹脂の生成過程について調べると、まず、化合物 A と尿素の間での付加反応により、原子団  $-\text{CH}_2\text{OH}$  をもつメチロール尿素とよばれる物質が生成する。つぎに、尿素とメチロール尿素との間で脱水縮合がおこって化合物 B が生成する。そして、化合物 A と化合物 B の付加反応によって生じるメチロール化合物から、さらに尿素との脱水縮合により、化合物 C が生成する。このような付加と縮合を繰り返すことで、大きな分子が生成する。化合物 A は、未反応物として残ったり、あるいは、一部の生成物の分解により再生されるため、製品中にも微量に含まれる。このため、化合物 A は、揮発・拡散して気密性の高い住宅内の空気を汚染し、シックハウス症候群の原因物質のひとつとなっている。

b 樹脂は、加熱すると柔らかくなり、冷却すると硬くなる性質をもつ。

b 樹脂は、ポリスチレンのように、付加重合により合成されるものが多いが、ポリエチレンテレフタレート (PET) は、テレフタル酸とエチレングリコールの縮合重合により合成される。等しい物質量の各単量体を用いた場合、平均重合度を  $n$  とすると、反応は式①によって示される。



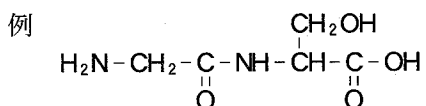
設問(1)：尿素の化学式を例にならって記せ。



設問(2)：空欄 a および b に適切な語句を入れよ。

設問(3)：化合物 A の名称と化学式を記せ。

設問(4)：化合物 C の構造は、実際には化合物 A と尿素の混合比や反応条件により異なる。3 分子の尿素と 2 分子の化合物 A から生成する化合物 C には、二種類の異性体が存在する。これらの構造を例にならって記せ。



設問(5)：化合物 A を酸化して得られる、常温で液体の化合物 D の名称と化学式を記せ。また、以下の(ア)～(オ)の中から、化合物 D の性質または特徴を表す文として正しいものをすべて選べ。

- (ア) 無色無臭であり、 $0^\circ\text{C}$ でも凝固しない。
- (イ) アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱すると、銀を析出する。
- (ウ) 生体内で合成する生物が存在する。
- (エ) 水溶液は酸性を示す。
- (オ) 高圧下で加熱すると窒素ガスを発生する。

設問(6)：式①における X の化学構造を記せ。また、62.0 g のエチレングリコールと 166.0 g のテレフタル酸から得られる PET の質量が 192.9 g であるとき、PET の平均重合度  $n$  を求めよ。さらに、その解答を導く過程を記せ。