

平成 19 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 (日) (情文自) 15 : 30—16 : 30

(理・医・工) 15 : 30—17 : 30

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、37 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. 試験終了時刻まで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, Na = 23.0, Cl = 35.5, K = 39.1

Ag = 107.9

## 化学 問題 I

問 1 次の記述(a)~(e)を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。ただし、A~Eは第3周期あるいは第4周期の元素の酸化物である。

- (a) AとDは白色粉末で両性酸化物である。
- (b) BとCは白色粉末で吸湿性が強く、乾燥剤として用いられる。
- (c) Cの水溶液は酸性を示すが、Bの水溶液は強塩基性であった。
- (d) AとEはアンモニア水に溶けるが、Dは溶けない。
- (e) Eに希硫酸を加えると青色溶液になるが、Bの水溶液に希硫酸を加えたところ、白色沈殿が生じた。

設問(1)：酸化物A~Eを化学式で答えよ。

設問(2)：Dと水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で答えよ。

設問(3)：Eと希硫酸との反応を化学反応式で答えよ。

問 2 塩化ナトリウムと塩化カリウムの混合物がある。この混合物6.07 gを溶かした水溶液に、硝酸銀水溶液を滴下して難溶性の塩を完全に沈殿させた。生じた沈殿の乾燥後の質量は12.90 gであった。混合物6.07 g中の塩化ナトリウムの質量を、有効数字2桁で答えよ。計算式も示せ。

## 化学 問題Ⅱ

問 1 次の文章を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

ある単体の金属結晶模型を組み立てる方法について考えてみよう。金属原子を硬い球と近似し、以下の順序で組み立てる。まず、球を平面に敷き詰めると、最密充填構造は図1(a)のようになり、球①の周りには球②~⑦が接する。次に、この第1層上に球を最密に敷き詰めるため、図1(b)のように、第1層にできたくぼみの上に球⑧~⑩の要領で球を積み重ね、これを第2層とする。さらに、第3層として、第2層の上に図1(c)のように球⑪~⑬の要領で球を積み重ねる。この第3層上に、第1層、第2層、第3層の順に球を積み重ねる操作を繰り返す。

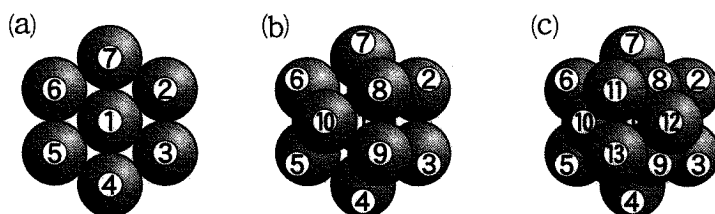


図1

設問(1)：組み立てようとしている結晶格子の名称を答えよ。また、この結晶格子では、1個の球のまわりに何個の球が接しているか答えよ。

設問(2)：図1の球①~⑬のうち、球⑦との中心間距離が、組み立てようとしている結晶の単位格子の一辺の長さと同じ球の番号を答えよ。ただし、該当する球は一つとは限らない。該当する球の番号がない場合は「なし」と答えよ。

設問(3)：金属が延性や展性を示す理由を、金属結合の特徴と関連づけて60字以内で記せ。

問 2 水素 2.00 g が入った風船が  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $6.00 \times 10^4 \text{ Pa}$  の空気中に浮かんでいる(状態 1)。この風船に 9.00 g の水を入れ、温度を  $67^{\circ}\text{C}$  までゆっくり上昇させた(状態 2)。さらに温度を  $67^{\circ}\text{C}$  に保ったまま周囲の圧力を  $3.00 \times 10^4 \text{ Pa}$  までゆっくり下げた(状態 3)。以下の設問(1)~(3)に答えよ。ただし、風船の体積は外気圧に応じて自由に変化し、風船内の気体の圧力は常に外気圧と等しくなるものとする。また、水の飽和蒸気圧は  $67^{\circ}\text{C}$  において  $2.73 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、気体はすべて理想気体とし、水素の水への溶解は無視する。気体定数を  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  とし、解答は有効数字 2 桁で記せ。

設問(1)：状態 1 における風船内の気体の体積は何 l か。

設問(2)：状態 2 における風船内の気体の体積は何 l か。

設問(3)：状態 3 における風船内の気体の体積 ( $l$ )、および水素の分圧 ( $\text{Pa}$ ) を求めよ。

## 化学 問題Ⅲ

問 1 次の文章を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

ある純溶媒の冷却曲線は図1のAのように表される。この溶媒にある非電解質を溶かしたのち、この溶液をゆっくりと冷却したところ、図1のBの冷却曲線が得られた。

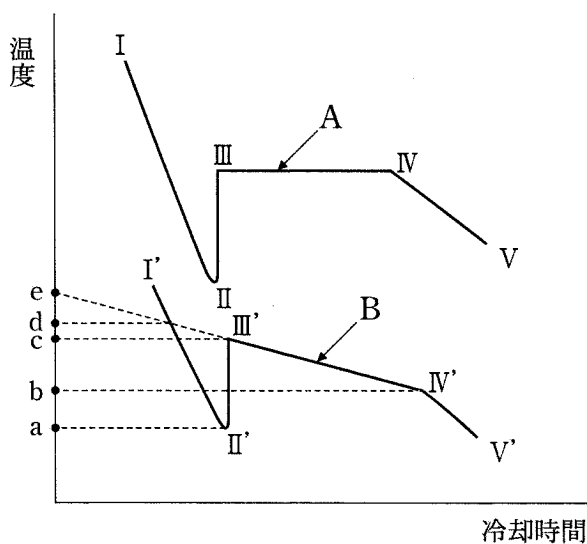


図1

これら2つの冷却曲線にみられるように、凝固点以下の温度になっても凝固しない現象を  という。また、純溶媒に比べて溶液の凝固点が低くなる現象のことを  といい、非電解質の希薄溶液ではその低下の度合いは溶液の質量モル濃度に比例する。このとき、その比例定数は  の種類に関係せず、 の種類によって決まる。

IIからIII、あるいはII'からIII'において温度は急激に上昇する。その後、溶液ではIII'からIV'に向って温度が下がりながら凝固が進む。これは溶液中の  だけが先に凝固し、残った溶液の濃度が  ためである。

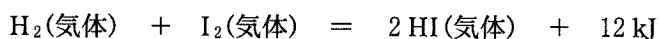
設問(1)：文章中の ア ～ オ に適切な語句を記入せよ。

設問(2)：この溶液の凝固点は図中の a, b, c, d, e のどれか答えよ。

設問(3)：下線の理由について 40 字以内で記せ。

問 2 次の文章を読んで、設問(1)～(3)に答えよ。

430℃ 付近のある温度で、ヨウ素と水素の混合気体が反応してヨウ化水素が生成する反応は、下記のような発熱反応である。



この温度で、ヨウ素および水素を、容積一定の密閉した容器にそれぞれ 1 mol 入れて、平衡状態に達するまで放置すると、ヨウ素、水素およびヨウ化水素の濃度はそれぞれ、 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 、 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  および  $7.40 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  となった。ただし、気体はすべて理想気体とする。

設問(1)：この温度での、反応の平衡定数を有効数字 2 桁で答えよ。

設問(2)：この容器にさらに 1 mol の水素を追加したあと、温度を 500℃ にした。再び平衡状態に達したとき、ヨウ化水素の分子数は全体の 61.9% であった。このとき、水素の分子数は全体の何%になっているか。有効数字 2 桁で答えよ。

設問(3)：図2に示す曲線(a)は、最初に述べた条件におけるヨウ化水素の生成量と反応時間の関係を表している。以下のように条件を変えると、ヨウ化水素の生成量と反応時間の関係を表す曲線は図2中の(b)～(g)のいずれに変化するか、それぞれ答えよ。

- (ア) 反応温度を少し上げる。
- (イ) 触媒として白金を共存させる。

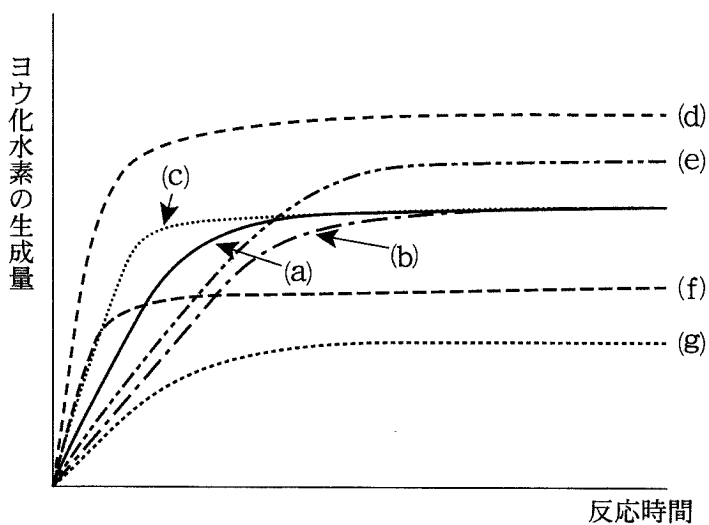


図2

## 化学 問題IV

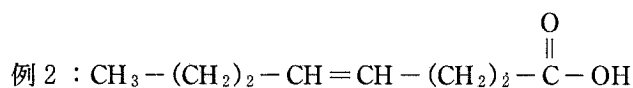
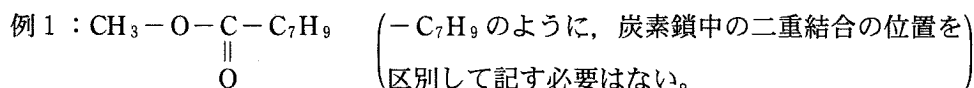
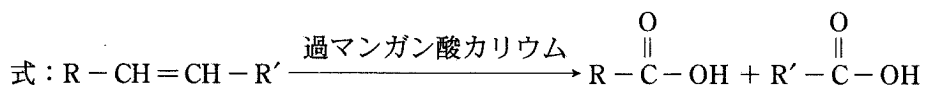
化合物A, Bに関する以下の文章を読んで, 設問(1)~(4)に答えよ。構造式は例にならって記せ。なお, 光学異性体, 幾何異性体を区別して記す必要はない。

Aはグリセリンと2種類の脂肪酸がエステル結合した油脂であり, 不斉炭素をもつ。このAにNi触媒存在下で水素を作用させたところ, 1 molのAに対して2 molの水素分子が付加し, 不斉炭素をもたない油脂Cが生成した。一方, Bはグリセリンと1種類の脂肪酸がエステル結合した油脂であり, 不斉炭素をもたない。

このBとCをそれぞれ水酸化ナトリウムでけん化し, その後, 酸性にしたところ, Bからは1 molのグリセリンに対して3 molの脂肪酸Dが, Cからは1 molのグリセリンに対して3 molの脂肪酸Eが得られた。これらの脂肪酸はいずれも枝分かれのない直鎖構造をもち, 炭素原子数が20以下であった。

Dを過マンガン酸カリウムで酸化すると下記の式のような反応が起き, 新たに化合物F, G, Hが生成した。化合物Gは炭素原子数が6の1価カルボン酸で, 化合物Hは炭素原子数が3であった。

Cを元素分析したところ, 成分元素の質量百分率は炭素が76.8%, 水素が12.4%, 酸素が10.8%であることがわかった。また, 18.8 mgの化合物Fを十分な酸素を用いて燃焼させたところ, 二酸化炭素39.6 mgと水14.4 mgが得られた。



設問(1)：化合物 C, F の分子式を記せ。

設問(2)：化合物 A の可能な構造式を例 1 にならってすべて記せ。ただし，化合物 A に存在する炭素間の不飽和結合は二重結合のみである。また，不斉炭素原子には\*印をつけよ。

設問(3)：化合物 F, G, H の構造式を例 2 にならって記せ。

設問(4)：化合物 D の可能な構造式を例 2 にならってすべて記せ。

## 化学 問題V

次の文章を読んで、下の設問(1)～(3)に答えよ。

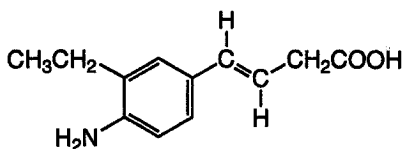
いずれも分子式が  $C_9H_{12}O$  の3種類のパラ置換ベンゼン(ベンゼン環のパラ位にのみ置換基をもつ化合物) **A**, **B**, **C** の構造を決定するため、以下のような実験を行った。

まず、これらの化合物について、化合物内にどのような原子団が存在するかを、ある方法で調べた。その結果、**A**, **B**, **C** のすべてにヒドロキシ基が存在すること、また、**A** と **B** には2個のメチル基、**C** には1個のメチル基が存在することがわかった。さらに、**A** における2個のメチル基は区別できないものであること、**B** の2個のメチル基は区別できるものであることもわかった。

つぎに、**A**, **B**, **C** の化学的性質を調べるため、いくつかの反応を行ったところ、以下のような結果が得られた。塩化鉄(Ⅲ)水溶液を用いる呈色反応に対しては、**A** のみが陽性であった。水酸化ナトリウムとヨウ素を用いるヨードホルム反応に対しては**B** のみが陽性で、分子式が  $C_8H_7NaO_2$  の化合物**D** とヨードホルムに変化した。また、**C** は濃硫酸と加熱すると脱水して、分子式が  $C_9H_{10}$  の化合物**E** に変化した。一方、温和な条件下で二クロム酸カリウムと**C** を反応させると、分子式が  $C_9H_{10}O$  の化合物**F** に変化した。**F** はフェーリング液を還元して赤色沈殿を生じた。

設問(1)：化合物**A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** の構造式を、例にならって記せ。

構造式の例



設問(2)：下線部(1)のヨードホルム反応は、ある二つの原子団の存在の有無を調べるのに有効な反応である。この二つの原子団を、例えば  $CH_3N(C_2H_5)-$ 、 $-COOH$  のように、示性式で答えよ。

設問(3)：下線部(2)の赤色沈殿は何か、化学式で答えよ。