

平成 21 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

(医 学 部)

科	目	頁	数
物	理 I・II	2 頁	～ 5 頁
化	学 I・II	6 頁	～ 10 頁
生	物 I・II	11 頁	～ 15 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっているが、そこから二つを選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

化 学 I・II

I 次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

金属の多くは、六方最密充填構造または面心立方格子からなる立方最密充填構造をとる。そこで、透明な箱に、金属原子にみたてた同じ大きさ・重さの玉を六方最密充填構造に敷き詰めたときの様子を図 I-1 に示した。図 I-1 では、底面の白玉からなる1層目(図 I-2 では一部を灰色で示した)のくぼみに、模様の付いた玉からなる2層目がおさまり、交互に5層目まで繰り返されている。図 I-2 は、その様子を箱の底から見たものである。ここでは、1層目の代表として特に灰色で区別した7つの玉からなる「六角ならび」に対して2～5層目の玉がどのようにおさまっているか考える。この「六角ならび」には、3つの玉が接してできるくぼみが、中央の玉の周りに6つある。2層目の玉は、これら6つのくぼみの1つおきに3つがおさまる。この2層目の3つの玉からなるならびを「三角ならび」と呼ぶことにする。この2層目の「三角ならび」に「六角ならび」を1層目と上から見て重なるようにおさめると図 I-3 (A)の六方最密充填構造となる。図 I-3 (B)では、各層を離しやや斜め上方から見た様子を示し、軸は各層の中心を貫いている。図 I-3 (C)は図 I-3 (B)を簡略化したもので、接している玉の中心を線で結んでできる平面図形で表現した。また、立方最密充填構造も「三角ならび」と「六角ならび」のおさめ方を工夫するとうまく表現できる。図 I-3 の1層目と2層目の上に、3層目として「三角ならび」を2層目に対して軸で60°回転しておさめた後、4層目に「六角ならび」を1層目と上から見て重なるようにおさめると立方最密充填構造となる。

問 1 図 I-3 (C)にならって、六方最密充填構造の4層目と5層目を記せ。

問 2 図 I-3 (C)にならって、立方最密充填構造の3層目～5層目を記せ。

問 3 立方最密充填構造と六方最密充填構造の違いを記せ。

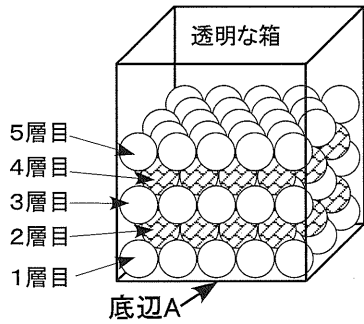


図 I-1 六方最密充填に詰められた玉
玉は同じ大きさ・重さのものを使った。1, 3および5層には白玉, 2と4層には模様の付いた玉を使用した。

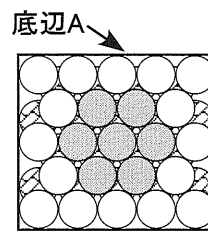
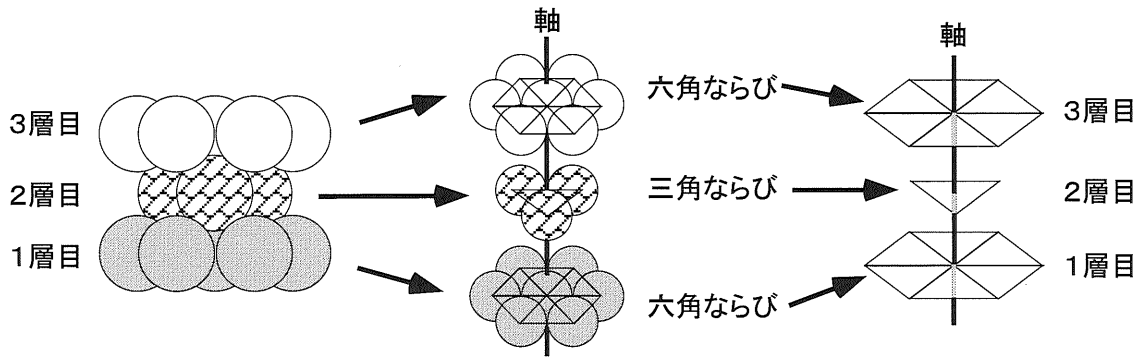


図 I-2 箱の底から見た様子
白玉(一部灰色の玉が使われている)からなる層が1層目でその奥に模様の付いた玉からなる2層目が見える。ここでは、灰色の玉からなるならびを「六角ならび」としている。底辺Aは図 I-1に同じ。



(A) 金属原子を大きめの玉で表した。隣り合う玉は接触している。1層目の灰色の玉は図 I-2の灰色の玉と同じ。

(B) 1~3層を離してやや斜め上方から見た様子。玉はやや大きめ。接する玉同士を中心を細線で結んだ。軸は各層の中心を貫いている。

(C) 細線の交点に金属原子の中心がある。軸は各層の中心を貫いている。各層は斜め上から見た様子を表している。

図 I-3 六方最密充填構造

II 次の実験操作 1～実験操作 3 を読み、以下の問 1～問 10 に答えよ。

【実験操作 1】

濃硝酸に等量の濃硫酸を少しずつ加えて混合し冷却した後、ベンゼンを 1 滴ずつよく混ぜながら加え、60℃で 5 分間振り混ぜながら加熱した。放冷後、この反応液に多量の冷水を注いで、容器の底に沈む油状の (ア) 色化合物 A を回収した。

【実験操作 2】

回収した化合物 A に粒状スズを加えた後、振り混ぜながら濃塩酸を少しずつ加え、化合物 A の油滴が無くなるまで 60℃で穏やかに加熱した。未反応のスズを取り除き、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後 (イ) に移し、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた後、静置した。分離したエーテル層を回収し、ジエチルエーテルを蒸発させて油状の化合物 B を回収した。

【実験操作 3】

回収した化合物 B を希塩酸に溶かし、5℃以下に冷やしながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を少しずつ加え、化合物 C を合成した。さらに冷やしながら、フェノールと水酸化ナトリウム水溶液の混合物を加えて (ウ) 反応し、析出する化合物 D を (エ) を用いて回収した。

問 1 実験操作 1～実験操作 3 の空欄 (ア) ～ (エ) に当てはまる適切な語・語句を下記の(a)～(k)より選んで記号 a～k で答えよ。

- (a) 分液ろうと, (b) 吸引ろうと, (c) 丸底フラスコ, (d) 蒸発皿,
(e) 赤, (f) 黄, (g) 青, (h) 紫, (i) 加水分解, (j) 脱水縮合, (k) カップリング

問 2 化合物 A～化合物 D の構造式をそれぞれ記せ。

問 3 下線部①の濃硝酸と濃硫酸の混合物の名称を記せ。

問 4 下線部②の操作は不適切である。適切な操作を記せ。

問 5 下線部③で起きた反応を化学反応式で記せ。

問 6 下線部④で起きた反応を化学反応式で記せ。

問 7 下線部⑤でエーテル層は、二層に分離する「上層」か、または「下層」か、どちらの層にくるか、上または下で答えよ。

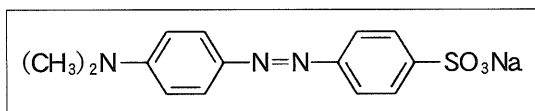
問 8 下線部⑥で、温度が高くなると化合物Cは分解する。その分解反応を化学反応式で記せ。

問 9 下線部⑦で起きた反応を化学反応式で記せ。

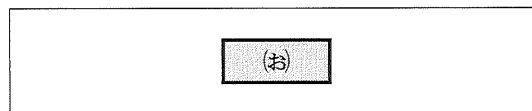
問10 次の文章を読み、空欄 (あ) ~ (お) に当てはまる語・語句および構造式を記せ。

実験操作3の (ウ) 反応を利用して、pH 指示薬であるメチルオレンジが合成されている。メチルオレンジは pH 4.4 以上で (あ) 色に、pH 3.1 以下で (い) 色になる。また、pH 3.1~pH 4.4 の範囲をメチルオレンジの (う) 域という。pH 8.0~pH 9.8 に (え) 域を持つ pH 指示薬として (え) がよく知られている。メチルオレンジは pH 4.4 以上で下に示す構造式 1 の化学構造を有している。pH 3.1 以下のときの化学構造は構造式 2 で表される。

構造式 1



構造式 2



Ⅲ 炭酸ナトリウム水溶液の中和による滴定曲線(図Ⅲ-1)に関する、以下の問1～問3に答えよ。

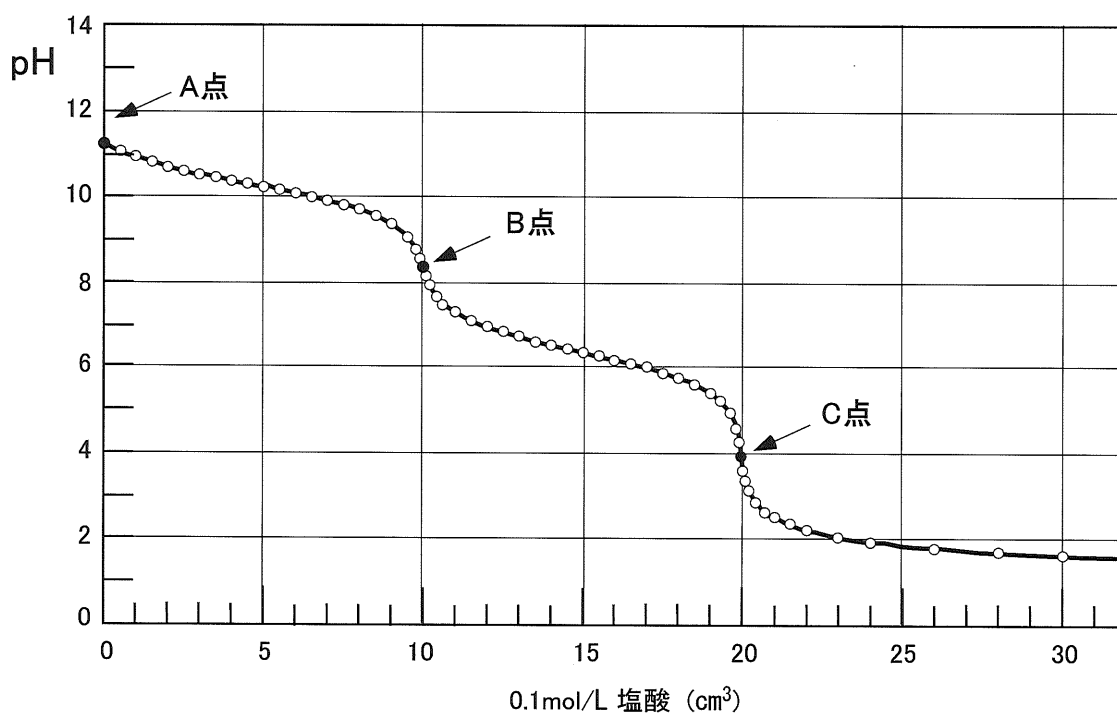
問1 図Ⅲ-1に示した滴定曲線を作成する実験で使用する試薬、実験用具および実験機器を以下に記した。これらをすべて用いた実験操作手順を箇条書きで記せ。

{試薬、実験器具および実験機器}

0.1 mol/L 炭酸ナトリウム水溶液, 水, 0.1 mol/L 塩酸, 50 cm³ ビュレット, pHメーター, 300 cm³ ビーカー, かくはん子, マグネチックスターラー, グラフ用紙, フェノールフタレイン pH 指示薬, メチルオレンジ pH 指示薬, 10 cm³ ホールピペット, 200 cm³ メスシリンダー

問2 図Ⅲ-1のA点(●)のpHが11を超える塩基性になる理由を記せ。

問3 図Ⅲ-1のB点(●)からC点(●)にいたる過程で、中和反応液から発生しはじめる気体の簡単な検出方法を記せ。



図Ⅲ-1 炭酸ナトリウム水溶液の滴定曲線