

弘前大学

平成 28 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	1～ 8 ページ
化 学	9～20 ページ
生 物	21～32 ページ
地 学	33～40 ページ

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

該当する学部学科すべて 1 2 3 4

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 1 2 3 4 5 6

医学部医学科 1 2 3 4

医学部保健学科 1 2 3 4

理工学部 1 2 3 4 5 6

農学生命科学部 1 2 3 4 5 6

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 1 2 4 5

医学部医学科 1 2 3

医学部保健学科 1 2 3

理工学部 1 2 4 5

農学生命科学部 1 2 4 5

(4) 地学を選択した受験者

該当する学部学科すべて 1 2 3 4

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

化 学

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

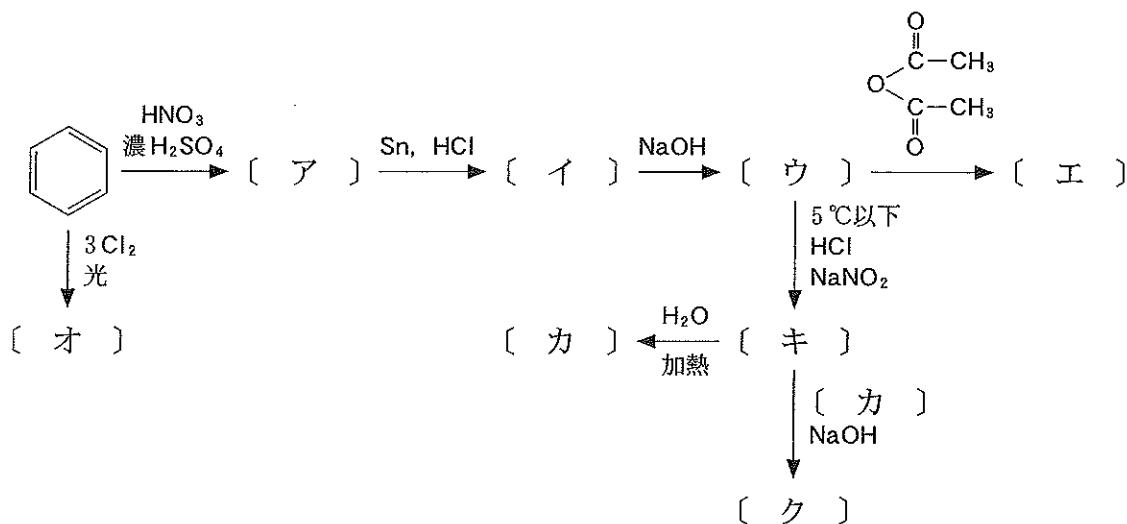
H = 1.00 C = 12.0 O = 16.0 Na = 23.0

Cl = 35.5 Ca = 40.0 Zn = 65.4 Ag = 108

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

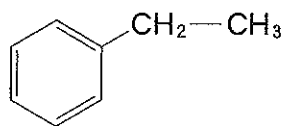
1 以下の反応経路図について、各問いに答えよ。



問 1 []内のアからクにあてはまる化合物の構造式と物質名を記せ。

なお、構造式は下の例にならって記せ。

(例)



問 2 [ウ]は、非常に酸化されやすい物質であり、空気中に放置すると、徐々に酸化されて色の変化が観察される。酸化前後の色の変化を記せ。

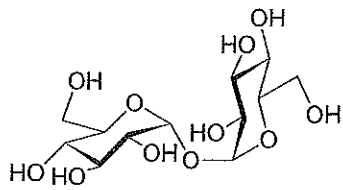
問 3 [ウ]は、二クロム酸カリウム硫酸酸性水溶液を加えると水に溶けにくい染料に変化する。この染料を何というか記せ。

問 4 [カ]の水溶液に臭素水を十分量加えると反応が進行し、融点 94℃の無色針状結晶が沈殿する。得られる結晶の物質名と構造式を示せ。構造式は問 1 の例にならって記せ。

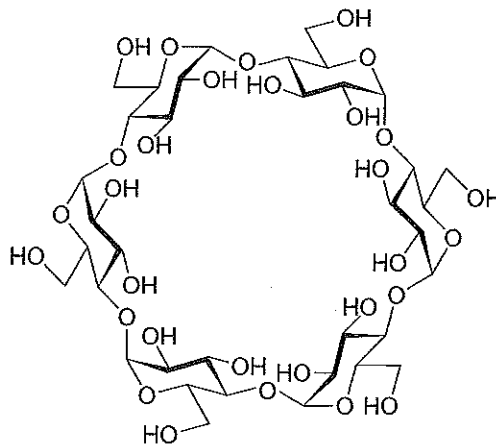
問 5 [キ]から[ク]を合成する反応を何というか記せ。また、この反応で新たに生成する官能基は何か記せ。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

多くの天然高分子化合物は、構成単位の小さな有機化合物どうしの〔ア〕による重合体である。その一つとして、単糖は〔ア〕により重合して多糖をつくる。①デンプンとセルロースは、いずれもグルコースの重合体である。デンプンには、直鎖構造の〔イ〕と分岐構造を含む〔ウ〕の2つの成分がある。また、デンプンからは酵素反応により、下図にあるようなトレハロースやシクロデキストリンが合成される。一方、セルロースは直鎖状の物理的に強い繊維構造を形成し、植物細胞壁の主成分となっている。



トレハロース

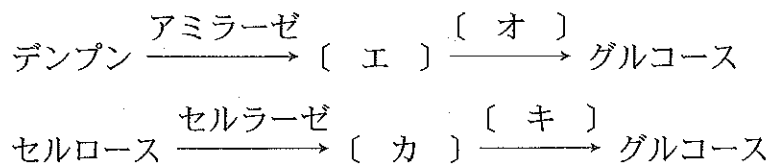


シクロデキストリン

問 1 〔 〕内のアからウにあてはまる適切な語を入れよ。

問 2 下線①について、特に糖分子どうしが結ばれる結合の名称を答えよ。

問 3 以下の〔 〕内のエからキにあてはまる適切な語を入れよ。なお〔エ〕と〔カ〕はそれぞれの多糖からできる二糖を、〔オ〕と〔キ〕はそれぞれの二糖に作用する固有の酵素名を示している。また、それぞれの二糖の構造上の違いを簡潔に説明せよ。



問 4 アミラーゼはセルロースに作用しない。一方、セルラーゼはデンプンに作用しない。このような酵素の特性を何とというか記せ。

問 5 トレハロースにフェーリング液を加えて反応させた場合と同様の結果が得られる化合物を、(A)から(H)の選択肢の中からすべて選べ。また、その理由を構造上の特徴から説明せよ。

- (A) グルコース (B) ガラクトース (C) スクロース
 (D) ラクトース (E) エタノール (F) ギ酸
 (G) 酢酸 (H) シクロデキストリン

問 6 シクロデキストリンを完全に加水分解して得られたグルコースからアルコール発酵^②を行ったところ、エタノールと二酸化炭素が生成した。このシクロデキストリンは、6個のグルコースで構成される環状の重合体である。

- (1) このシクロデキストリンの分子式を答えよ。
 (2) 下線②の化学反応式を答えよ。
 (3) 下線②によって、27℃、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ において2.00 Lの二酸化炭素が発生した。このとき、何gのシクロデキストリンが用いられたか答えよ。ただし、シクロデキストリンは完全に加水分解され、生じたグルコースはすべてアルコール発酵に使われたものとする。また、二酸化炭素の水溶液への溶解は無視できるものとする。計算の過程を示し、答えは有効数字3桁で求めよ。

3 実験を行うときには、操作方法の予習も含めて十分な準備が必要であるが、それでも予期せぬ結果となることが少なからずある。そのようなときにはそれを単に失敗として放置せず、結果をよく観察し、操作の流れを振り返って予期せぬ結果となった原因を考察しなければならない。そうすることによって初めて、新たな実験で正しい結果を得ることができるようになる。

いま、それぞれ 1.00 g/L の Ag^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} を含む混合試料水溶液がある。これら金属イオンの系統分離では次に示す①から④の操作を行う。操作方法を良く読んで以下の各問いに答えよ。

- ① 試料溶液に希塩酸を加えて塩化物を沈殿させ、ろ過により分離する。
- ② ①のろ液に H_2S を通して硫化物を沈殿させ、ろ過により分離する。
- ③ ②のろ液を加熱して煮沸した後、硝酸を加える。続いてアンモニア水を過剰に加える。沈殿をろ過により分離する。
- ④ ③のろ液に H_2S を通して硫化物を沈殿させ、ろ過により分離する。

問 1 ①では AgCl が沈殿する。試料中の濃度が 0.300 mol/L となるように希塩酸を添加した。このとき、 Ag^+ 濃度はいくらになるか。計算の過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、希塩酸添加による試料溶液の体積変化は無視できるものとし、 AgCl の溶解度積 K_{sp} を $1.80 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ とする。

問 2 ②で沈殿する硫化物の化学式を記せ。

問 3 ②では硫化物の沈殿反応以外にも硫化水素と金属イオンが関与する反応が同時に起きている。その化学反応式を示せ。

問 4 ③の操作を誤って、加熱や硝酸の添加無しに②のろ液に直接アンモニア水を加えた。ろ液にどのような変化が観察されたか。また、そのような変化が起きた理由は何か。50 字以内で説明せよ。

問 5 最初から操作をやり直して②のろ液を得て③の操作を行った。ここで赤褐色の沈殿を得た。この沈殿の化学式を記せ。

問 6 ④の操作を行ったが、予想していたよりも沈殿の量が少なかった。ここまでの段階のどこかで操作を誤った可能性がある。どのような誤りがあったと考えられるか。下の(a)から(e)の選択肢の中から一つ選び、それを選んだ理由も記せ。

- (a) ①の操作で塩酸を入れすぎた。
- (b) ②の操作で H_2S が過剰となった。
- (c) ②の操作で H_2S が少なかった。
- (d) ③の操作でアンモニア水が少なかった。
- (e) ④の操作で H_2S が過剰となった。

問 7 再び注意して最初からやり直して③のろ液を得て④の操作を行った。ここで白色の沈殿を得た。この沈殿の化学式を記せ。

問 8 ④のろ液中に含まれると考えられる金属イオンの名称とその検出方法を記せ。

4 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

現在知られている元素は110種類以上ある。原子は〔ア〕と〔イ〕から成り、前者は原子の質量の大部分を担っている。ある元素と別の元素を区別するのは、〔ア〕に含まれる〔ウ〕の数の違いによる。これらの元素を組み合わせることで、あらゆる物質が構成されている。

元素を〔ウ〕の数に基づく番号順に並べると、周期的によく似た化学的性質を持つものが現れることが知られており、元素の周期表は、このことをよく表している。一方、〔ア〕に含まれる〔ウ〕と〔エ〕の数の合計を質量数というが、同一の元素であっても質量数の異なる原子が存在する。一般にはこれらを考慮して原子量が定められている。そして複数の原子が互いに結合することにより、物質の最小単位である〔オ〕が形成される。しかし〔オ〕を形成しない物質もあり、その例として食塩や鋼がある。

問1 〔 〕内のアからオに適切な語を入れよ。

問2 下線①について、この番号を何と言うか答えよ。

問3 下線②について、この理由はなぜか、簡潔に述べよ。

問4 下線③に関連して、(1)イオン化エネルギーの最も小さい元素のグループ、および(2)電気陰性度の最も大きい元素のグループのそれぞれの名称を記せ。

問5 下線④について、このような原子を何と言うか答えよ。

問6 ${}^{39}\text{K}^+$ について、〔イ〕〔ウ〕〔エ〕の粒子の数はそれぞれいくつか答えよ。

問 7 天然ではカリウムには質量数の異なる原子が存在する。 ^{39}K の天然存在比は 93 %， ^{41}K は 7 % であり，これ以外の質量数の原子の存在を無視したときの原子量を，計算の過程を示し，小数第 1 位まで求めよ。なお質量数をその原子の相対質量としてよいものとする。

問 8 カリウムには天然で放射性的な ^{40}K もあって，その天然存在比は 0.012 % であり，その半減期は 1.3×10^9 年である。はじめに 10.0 kg のカリウムが存在した時， 3.9×10^9 年が経過した後に残っている ^{40}K の物質量を求めよ。計算の過程を示し，答えは有効数字 2 桁で求めよ。なお質量数をその原子の相対質量としてよいものとする。

問 9 下線④について，この結合の名称を書け。またこの結合に最も関係の深い粒子を〔 〕内のアからエのうちからひとつ選び，記号で答えよ。

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

水と、溶質 X を含む希薄水溶液(以下、希薄水溶液と略す)の冷却曲線をそれぞれ測定したところ、図のような結果が得られた。希薄水溶液の凝固点降下度 Δt は 0.150 K であった。計算問題については、計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。ただし、水のモル凝固点降下 K_f は 1.85 K \cdot kg/mol とする。

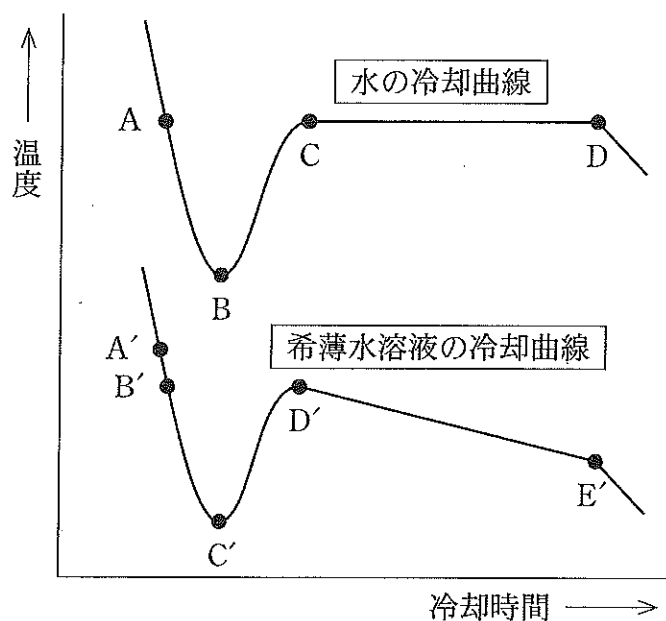


図 水と希薄水溶液の冷却曲線

問 1 希薄水溶液の凝固点を図中の記号で答えよ。

問 2 Δt を図中の記号を使って表せ。

問 3 次の文中の〔 〕内のアにあてはまる適切な語と、イにあてはまる適切な文を記せ。

それぞれの冷却曲線において極小点が見られる。これは〔ア〕のためである。〔ア〕をできるだけ小さくするためには、測定の際に〔イ〕。

問 4 図中の C — D 間では温度の変化が見られなかった。その理由について「熱」という語を使って説明せよ。

問 5 図中の D' — E' 間で冷却時間が長くなるにつれて徐々に温度が低下した。その理由を答えよ。

問 6 水の蒸発熱と昇華熱はそれぞれ 41.00 kJ/mol , 47.00 kJ/mol である。液体の水が氷に変化する際の熱化学方程式を表せ。

問 7 液体の水 120 g を氷にするにはどれくらいの熱の出入りがあるか求めよ。

問 8 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ の氷 120 g を $-0.150 \text{ }^\circ\text{C}$ にするにはどれくらいの熱の出入りがあるか求めよ。ただし、氷の比熱は $34.2 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ とする。

問 9 溶質 X は塩化カルシウムであった。水 120 g に溶解された塩化カルシウムは何 g か求めよ。

6

以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ダイヤモンドは、多数の炭素原子が互いに結合して立体的に連なった結晶である。その単位格子は図1のような構造をとり、この中には炭素原子が8個だけ含まれている。ここで、図1の単位格子のうち、立方体の頂点および面の中心に置かれた原子(○で表示)のみに注目し、それ以外の原子(●で表示)を無視すると、〔ア〕格子と同じ構造になる。一方、この単位格子を大きさの等しい8個の立方体に分けると、そのうち4個は図2のような構造をとる。この小立方体では、中心(●)および一部の頂点(○)に炭素原子が配置されており、他の全ての頂点にも炭素原子を置くと〔イ〕格子と同じ構造になる。

フラーレンは、炭素原子のみから成る球状分子の総称である。中でも C_{60} 分子は、分子間力によって結晶を形成し、室温では〔ア〕格子の構造をとることが知られている。すなわち、 C_{60} 結晶の単位格子は、立方体の全ての頂点および全ての面の中心に C_{60} 分子を配置した構造をとる。このとき、単位格子中には炭素原子が〔ウ〕個だけ含まれている。

単位格子の一辺の長さは、ダイヤモンドにおいて $a_1 = 0.357 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 、 C_{60} 結晶において $a_2 = 1.41 \times 10^{-7} \text{ cm}$ とする。このとき、それぞれの結晶格子の体積は $a_1^3 = 4.55 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ および $a_2^3 = 2.80 \times 10^{-21} \text{ cm}^3$ である。

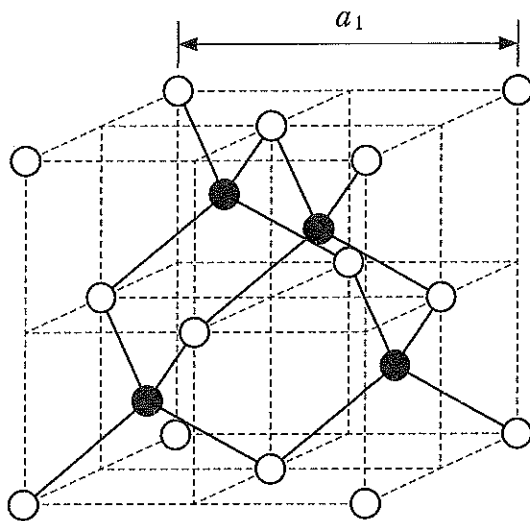


図1

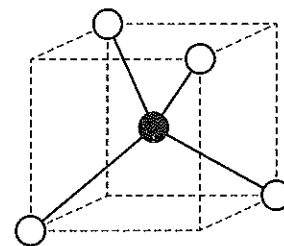


図2

問 1 ()内のアからウにあてはまる適切な語または数字を入れよ。

問 2 ダイヤモンドと C_{60} 結晶の配位数を記せ。

問 3 ダイヤモンドと C_{60} 結晶の密度 (g/cm^3) を計算せよ。計算の過程を示し、
答えは有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 ダイヤモンド中の炭素原子が半径 r_1 (cm) の球, C_{60} 結晶中の C_{60} 分子が半径 r_2 (cm) の球であると仮定し, それぞれの結晶において最近接の球同士が互いに接していると考えよ。このとき, r_1 および r_2 を求める式を, それぞれ a_1 と a_2 を使って記せ。 a_1 と a_2 には数値を代入せず, これらの文字をそのまま用いること。