

平成27年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は120分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は60分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 4
化学	1 ~ 3	5 ~ 9
生物	1 ~ 3	10 ~ 18
地学	1 ~ 4	19 ~ 24

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

化 学

必要であれば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

1 気圧のもとでは純粋な水の沸点は 100°C 、凝固点は 0°C である。塩分などの溶質が水に溶解している場合には、沸点は 100°C よりも高くなり、凝固点は 0°C よりも低くなる。^{a)} 水と溶液との凝固点の差は溶質の種類には無関係であり、溶液の質量モル濃度に比例する。比例定数は水の場合、 $1.8 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。例えば、海水には様々な塩分が溶解しているため、冷却していくと図1のような温度変化を示し、凝固点は -2.2°C になる。^{c)}

海水に含まれる塩分の主成分は塩化ナトリウムで、古来より食塩の原料として使われてきた。結晶化した塩化ナトリウムは図2に示す規則的なイオンの配置をもつ。^{d)} 塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると水酸化ナトリウムが得られる。^{e)} また、より純度の高い水酸化ナトリウムを得るためには、イオン交換膜法^{f)} が用いられる。

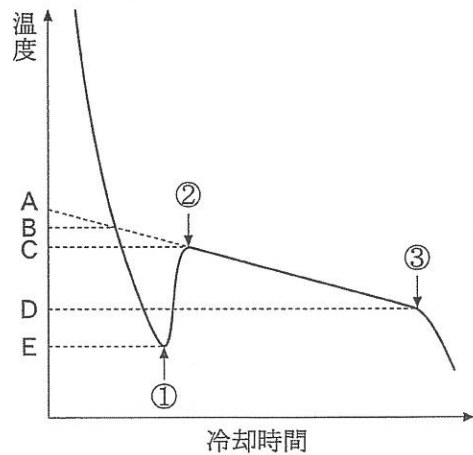


図 1

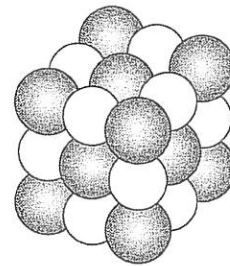


図 2

(問 1) 下線部 a) および b) の現象はそれぞれ何と
呼ばれるか記せ。

(問 2) 図 1 に示す海水の冷却曲線について以下の各問に答えよ。

(ア) 図中の記号 A ~ E のうち、凝固点はどれか答えよ。

(イ) 図中の記号 ① と ② の間の領域において温度が上昇する理由を答えよ。

(ウ) 図中の記号 ② と ③ との間の領域においては固体と液体が共存している。純粋な水の場合、この領域では温度は一定であるが、海水においては徐々に低下する。その理由を答えよ。

- (問 3) 下線部 c) について海水と同じ凝固点になるように、溶質として塩化ナトリウムのみを含む水溶液を調製したい。1 kg の水に何 mol の塩化ナトリウムを溶解すればよいか、小数第 1 位まで答えよ。ただし、塩化ナトリウムはすべて電離するものとする。
- (問 4) 下線部 d) に関連して、塩化ナトリウムの結晶について以下の各問に答えよ。ただし、ナトリウムイオンの半径、塩化物イオンの半径をそれぞれ R_N [cm], R_C [cm], ナトリウムの原子量、塩素の原子量をそれぞれ M_N , M_C , アボガドロ定数を N_A [/mol] とする。
- (ア) 塩化ナトリウムはナトリウムイオンと塩化物イオンで構成されている。両者を結びつけている力は何か答えよ。
- (イ) ナトリウムイオンと塩化物イオンについて K 殻, L 殻, M 殻に入っている電子の個数を記せ。
- (ウ) 塩化ナトリウムの単位格子中にはナトリウムイオンと塩化物イオンがそれぞれ何個含まれるか記せ。
- (エ) 塩化ナトリウムの単位格子の 1 辺の長さ l [cm] を数式で答えよ。
- (オ) 塩化ナトリウムの密度 d [g/cm³] を数式で答えよ。
- (問 5) 下線部 e) について以下の各問に答えよ。
- (ア) 陰極と陽極で起こる変化を、電子 e^- を用いたイオン反応式で答えよ。
- (イ) 1.00 A の電流で 32 分 10 秒の間、電気分解すると、水酸化ナトリウムは何 mol 生成するか、小数第 4 位まで答えよ。
- (問 6) 下線部 f) について、この場合に用いられるのは陽イオン交換膜、陰イオン交換膜のどちらか答えよ。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

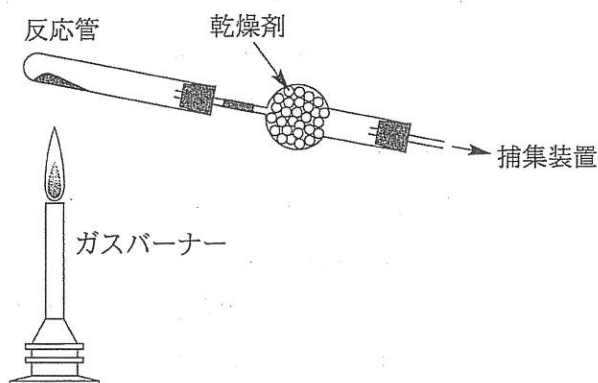
アンモニアは窒素と水素からなる分子で、われわれの社会に重要な化学物質である。工業的には、触媒を用い、窒素(N₂)と水素(H₂)を原料として高温・高圧の条件で反応させて製造される。^{a)} この反応は気体の平衡反応であり、圧平衡定数 K_p は各気体の分圧 p_{N_2} , p_{H_2} , p_{NH_3} で表すことができる。^{b)}

一方、実験室でアンモニアを合成するため、図のような装置を組み立てた。

反応管には塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を入れた。発生する気体を乾燥剤の詰まったガラス管を通して、捕集装置に導いた。^{c)} その中の捕集容器にアンモニアが満たされたかどうかは、その近くに濃塩酸を付着させたガラス棒を近づけ、白煙が生じることで確認した。^{d)} ^{e)}

^{f)} 捕集した気体のアンモニアを一定量の水に溶かしてアンモニア水溶液を得た。この

アンモニア水溶液 10 mL を ピペットではかり取って三角フラスコに移し、酸塩基指示薬を添加した後、0.010 mol/L の硫酸水溶液で滴定したところ、滴下量 20 mL で中和点となった。^{g)} ^{h)} ⁱ⁾



(問 1) 下線部 a) の触媒としてふさわしいものを記せ。

(問 2) 下線部 b) の圧平衡定数 K_p を各気体の分圧 (p_{N_2} , p_{H_2} , p_{NH_3}) を用いて表せ。

(問 3) 下線部 c) の反応管は、図のように傾いている。なぜこのように傾かせているのか説明せよ。

(問 4) 下線部 d) の乾燥剤にどのような物質を用いるとよいか、下記から選べ。

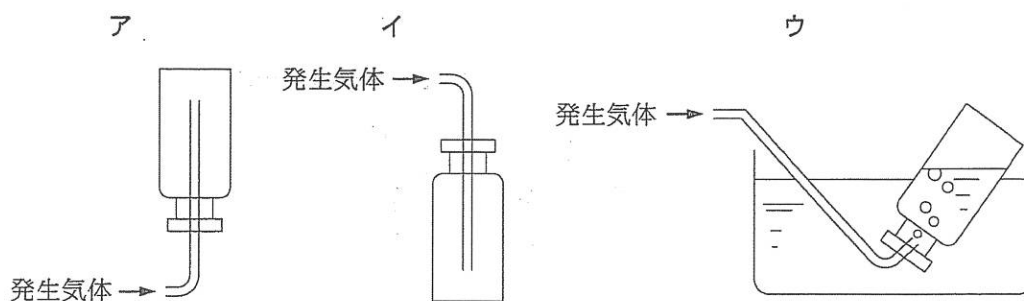
濃硫酸

酸化銅(II)

ソーダ石灰

活性炭

(問 5) 下線部 e) の捕集装置として適切なものを下記のア～ウから 1 つ選び記号で答え、その捕集方法の名称を記せ。さらに、他の 2 つの方法がアンモニアの捕集に適さない理由を簡単に述べよ。ただし空気の組成は窒素 80 %、酸素 20 % と仮定せよ。



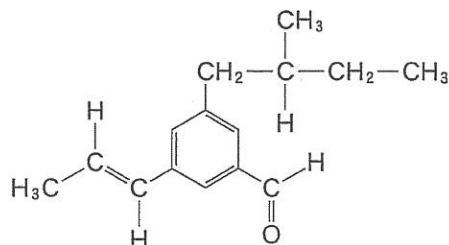
(問 6) 下線部 f) の「白煙」はどのような物質か、名称を記せ。また、それが「煙」のように見える理由を説明せよ。

(問 7) 下線部 g) の操作に適したピペットの名称を記せ。

(問 8) 下線部 h) の酸塩基指示薬として、メチルオレンジ、フェノールフタレインのどちらが適切か答えよ。また、選んだ理由を述べよ。

(問 9) 下線部 i) の滴定結果より、アンモニア水溶液のモル濃度を小数第 3 位まで求めよ。

- 3 次の2つの文を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。また、光学異性体は区別しなくて良い。



分子式 C_6H_{12} の2種の異性体を、それぞれ1 mol 用い、過マンガン酸カリウムにより酸化すると、いずれの異性体からも、カルボン酸 A が2 mol 得られた。また、この2種の異性体をニッケルを触媒にして水素と反応させると、いずれの異性体からも、分子式 C_6H_{14} をもつ直鎖状のアルカン B が得られた。さらに、この2種の異性体ともに塩化水素を付加させると化合物 C が得られた。

化合物 D に硫酸水銀(II)を触媒として水を付加させると、不安定な中間体 E を経てアルデヒド F が得られた。さらに F を酸化すると酢酸が得られた。一方、化合物 D を赤熱した鉄に触れさせると、組成式 CH の化合物 G が得られた。化合物 G にエチレンを反応させると、分子式 C_8H_{10} の化合物 H が得られた。化合物 H を脱水素すると、分子式 C_8H_8 の化合物 I が得られた。さらに化合物 I を付加重合すると高分子化合物 X が得られた。

- (問 1) 下線部 a) の2種の異性体に相当する構造式をそれぞれ記せ。
- (問 2) 下線部 a) の2種の異性体のような関係にある異性体を何と呼ぶか記せ。また、なぜこのような異性体が存在するのか、その理由を「回転」という語句を用いて説明せよ。
- (問 3) 化合物 A ~ I の構造式を記せ。
- (問 4) 化合物 A ~ I のうち、不斉炭素を有するものはどれか記号で記せ。
- (問 5) 高分子化合物 X の構造式を記せ。ただし、重合度は n とする。
- (問 6) 高分子化合物 X を燃焼させると多量のすすが発生する。その理由を述べよ。
- (問 7) 高分子化合物 X の平均分子量が 2.0×10^5 のとき、平均重合度 n を求めよ。