

科 目 化 学

8月3日(木) 16:20~17:20

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この綴を開いてはいけません。
2. 問題紙等の枚数は、表紙を含めて7枚〔そのうち問題紙は2枚、解答用紙は2枚、草稿用紙2枚〕です。
3. 解答にかかる前に、この綴左上のホッチキス針を丁寧にはずし、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
4. 解答は、必ず所定の解答用紙の所定の欄に記入してください。裏面に記入してはいけません。
5. 落丁、乱丁、印刷上不鮮明な箇所などがあったら、ただちに申し出てください。
6. 草稿用紙のほか、この綴の解答用紙以外の余白は、草稿用に使用しても構いません。
7. 試験終了時刻までは退室してはいけません。
8. 問題紙、解答用紙、綴表紙及び草稿用紙は持ち帰ってはいけません。

科目名 化学

1. 水は生命にとって欠かすことのできない物質であり、私たちの身の回りにありふれているが、その構造から様々な特異性をもつ。水分子は、水素原子と酸素原子が ア 結合してできている。水素原子と酸素原子の イ の差が大きく、分子の形が折れ線形であるため、水分子は ウ をもつ。水分子中では、水素原子は酸素原子と結合しているため、わずかに正電荷を帯びており、他の水分子の酸素原子の エ と オ 結合を形成する。

- (1) 空欄ア～オにあてはまる適切な語句を答えよ。
 (2) 水分子の電子式を示せ。
 (3) 氷の結晶中において、1 個の水分子は周囲の水分子何個と結合しているか答えよ。
 (4) 圧力を大気圧から 10 MPa に上げたとき、氷の融点は何 K 変化するか求めたい。
 (a) 固相-液相の相境界の勾配を表すクラウジウス-クラペイロンの式を変形した次の式において

$$\frac{dT}{dp} = \frac{\Delta V_{\text{fus}}}{\Delta S_{\text{fus}}}$$

右辺を ΔV_{fus} , T , ΔH_{fus} を用いて表せ。

ただし、 T は温度、 p は圧力、 ΔV_{fus} , ΔS_{fus} , ΔH_{fus} はそれぞれ 0°C (273 K) における氷の融解に伴うモル体積変化、氷の融解エントロピー、氷の融解エンタルピーである。

- (b) 圧力を大気圧から 10 MPa まで上げたとき、氷の融点は何 K 変化するか有効数字 2 桁まで求めよ。解答欄に導出過程も示せ。このときの氷の密度は 0.92 g/cm^3 、水の密度は 1.0 g/cm^3 、氷の融解エンタルピー ΔH_{fus} は 6.0 kJ/mol とする。ただし、大気圧は 0.10 MPa 、水のモル質量は 18 g/mol とせよ。

2. 金属原子は規則正しく配列し、様々な結晶構造をとる。

- (1) 図 1 の結晶格子の名称を答えよ。
 (2) 図 1 の結晶構造をとる金属の原子量を M 、金属の原子半径を r (cm)、アボガドロ数を N (/mol) として、この金属の密度 d (g/cm^3) を表す式を示せ。なお、この金属は最密充填構造をとる。
 (3) 標準状態で図 1 の結晶構造をとる金属の組み合わせとして正しいものを選び。
 ア. 銀と鉄
 イ. 銅とマグネシウム
 ウ. 金とアルミニウム

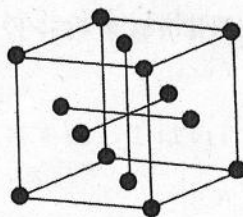
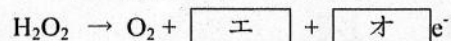
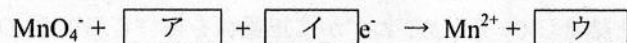


図 1

科目名 化 学

3. 希硫酸で酸性にした条件下での過マンガン酸カリウムと過酸化水素水の反応において、過マンガン酸カリウムと過酸化水素水の半反応式は、それぞれ次のように表せる。



このとき、過マンガン酸カリウムは カ 剤として、過酸化水素は キ 剤として働いている。

- (1) 空欄ア～オを解答し、半反応式を完成させよ。また空欄カ～キにあてはまる適切な語句を答えよ。
- (2) 濃度不明の過酸化水素水の濃度を、過マンガン酸カリウムを用いて決めることにした。過酸化水素水の溶液 20.0 ml に対して、希硫酸で酸性にした 0.100 M の過マンガン酸カリウムで滴定したところ、25.2 ml を要した。過酸化水素水の濃度を求めよ。導出過程も示せ。有効数字は三桁まで求めよ。
4. 三大栄養素の一つである糖類は炭水化物とも呼ばれ、代表的なものとして米に含まれるデンプンがある。デンプンは、単糖である ア が、多数連なった多糖である。植物の細胞壁等の主成分である イ も、ア が連結した多糖構造を有している。デンプンの一種であるアミロースは、ア の ウ 基が α 1-4 グリコシド結合を形成したものであり、イ は β 1-4 グリコシド結合を形成したものである。核酸は、糖と塩基とリン酸からなるヌクレオチドが、多数縮合してできた鎖状の生体高分子である。糖が、エ のときは DNA、オ のときを RNA という。DNA ではプリン骨格あるいはピリミジン骨格からなる4種の塩基が存在している。DNA は二重らせん構造を形成しており、この構造をみると、二本の DNA 鎖間で核酸塩基が カ 結合を形成している。①アデニンは キ と、グアニンは ク と、ワトソン・クリック型塩基対を形成することが知られている。

- (1) 空欄ア～クにあてはまる適切な語句を答えよ。
- (2) ア は水溶液中で三つの平衡構造を示す。これらの構造を記せ。
- (3) 下線①に関して、ク の化学構造を示し、グアニンとの間の カ 結合を点線で書け。解答欄には模式的に示した DNA 主鎖骨格と、グアニンの化学構造が書かれている。