

(問題4の続き)

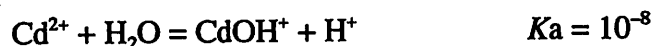
問2 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

水分子はおよそ105度の結合角で二つの水素が酸素と結合している。その際、水素が正の電荷を帯び、酸素が負の電荷を帯びているため、異なる水分子の水素と酸素間で引き付け合う。この力による結合を水素結合と呼ぶ。水素結合の力は水分子内の水素と酸素の結合力のおよそ1/16に過ぎないが、水の適度に折れ曲がった構造と適度な強さの水素結合により、様々な異常とも言える水特有の性質がもたらされている。例えば、蒸発熱は全ての分子の中で最も大きく、比熱、融解熱はアンモニアの次に大きい。融点と沸点は周期表の同族の元素の組み合わせから予想される値よりも異常に大きい。また、液体の水は固体の氷より比重が大きく、4℃で最大となる。水分子の折れ曲がり分極をもたらし、多くのイオンの溶媒としての優れた性質をもたらししている。

- (1) 水分子のH-O-Hの結合角は90度(直角)でも、180度(直線)でもない。正四面体の二つの頂点と中心となす角、およそ109度よりも小さい。これについて、結合電子の軌道を考慮して100字程度で説明せよ。
- (2) 水分子が氷になる時、水分子中の酸素原子は正四面体の中心と四つの正四面体の頂点になるように配置する。氷と氷を強く押しつけると接着する“復氷”という現象について、そのメカニズムを分子の配置の変化に着目して説明せよ。
- (3) もしも、水分子のH-O-Hの結合角が105度ではなく、109度であるとすると、水の融点はどう変わるであろうか。O-H間の距離が変わらないとして答えよ。
- (4) 塩酸溶液と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜると、体積が増加する。考えられる原因を挙げよ。

問3 カドミウムの水への溶解について考えよう。溶解度積 ($[Cd^{2+}] \times [OH^{-}]^2$) を $10^{-14} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$ とし、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) カドミウムは Cd^{2+} として溶解すると仮定して、pH10で溶解するカドミウムの濃度 (mol dm^{-3}) はいくらか。
- (2) 一方、水溶液中のカドミウムイオンは次式の酸解離反応により化学種が変化する。ただし K_a は酸解離定数である。



pHをx軸に、カドミウムの化学種の比 ($[CdOH^+]/[Cd^{2+}]$) をy軸にとり、pH7から9の範囲で、両者の関係をグラフに表わせ。

- (3) カドミウムは Cd^{2+} の他に $CdOH^+$ としても溶解することを考慮して、pH10で溶解するカドミウムの濃度 (mol dm^{-3}) を求めよ。