

試験日 : 2024年7月6日(土)

入試種別 : 2025年度 編転入学試験問題

学部・研究科 : 先端理工学部 応用化学課程

科目名 : 専門II

解答又は解答例

I

(1)



$$\begin{aligned} K_a &= \frac{\text{H}^+\text{の濃度} \times \text{CH}_3\text{COO}^-\text{の濃度}}{\text{CH}_3\text{COOHの濃度}} \\ &= \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \end{aligned}$$

(2) ある程度の濃度の酸水溶液の場合、水の電離は無視できるので、 $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ となる。

酢酸は弱酸でほとんど電離しない($[\text{CH}_3\text{COOH}] \gg [\text{CH}_3\text{COO}^-]$)ため、

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_0$ と近似できる。

これらを電離平衡定数の式に代入すると、 $K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_0}$ となる。

これより、 $[\text{H}^+] = \sqrt{C_0 K_a}$ と誘導できる。

(3) 酢酸と強塩基との塩(たとえば、酢酸ナトリウム CH_3COONa や酢酸カリウム CH_3COOK など)、または強塩基(たとえば、水酸化ナトリウム NaOH や水酸化カリウム KOH など)。これらを酢酸水溶液に加えることにより、弱酸とその塩の混合溶液の緩衝溶液を作製することができる。

II

(1) (1) 一定体積における気体の圧力が温度と物質量に比例しており、 $PV = nRT$ (P : 圧力、 V : 体積、 n : 物質量、 R : 定数、 T : 温度) という状態方程式が成立する。

(2) 気体分子が占める体積は非常に小さく、その大きさを無視できる。また、気体分子間の相互作用はほとんどないと考えてよい。

「理想気体」と見なすことができない条件：低温・高圧

(3) 圧力が高い場合は、気体の体積に対する気体分子の占める体積の割合が増加し、気体分子の体積を無視できない。低温の場合は、気体分子間の相互作用が次第に強くなる（最終的には液体になる）。

III

(1) sp^3 混成軌道でつくられている単体：ダイヤモンド
 sp^2 混成軌道でつくられている単体：グラファイト（黒鉛）

(2) ${}_{28}\text{Ni} : (1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2(3d)^8$

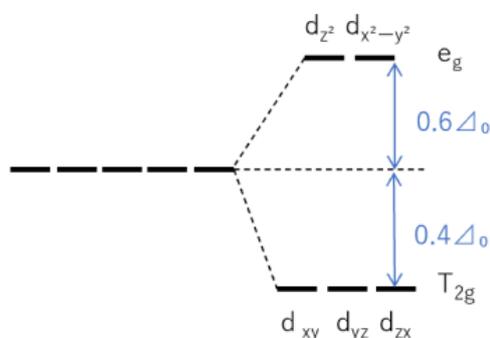
Ni がイオンになる際には、4s 軌道の 2 個の電子が放出され 2 価の陽イオンになりやすい。

${}_{29}\text{Cu}^{2+} : (1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(3d)^8(4s)^1(3d)^{10}$

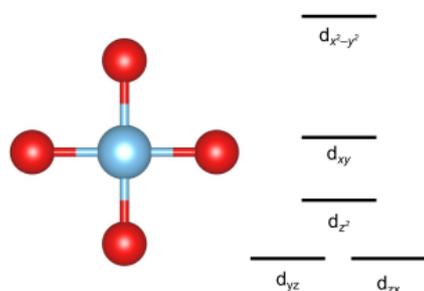
Cu の場合は、4s 軌道の電子の 1 個が 3d 軌道へ移動し、3d 軌道が完全に充填されて安定な電子配置となっている。そのため、Cu がイオンになる際には、4s 軌道の 1 個の電子が放出され 1 価の陽イオンも安定に存在しうる。

(3)

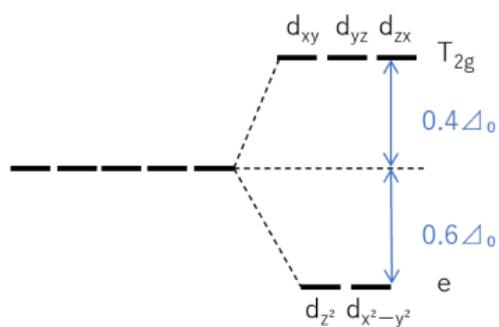
正八面体配位構造



平面 4 配位構造



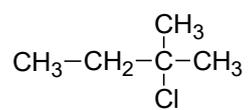
正四面体 4 配位構造



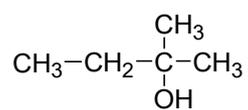
IV

(1)

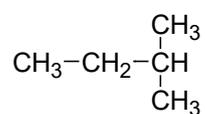
[a]



[b]



[c]



(2) 解離平衡 $XH \rightleftharpoons X^{\ominus} + H^{\oplus}$ においては、 X^{\ominus} が安定であるほど平衡は右に移動し、酸性は強くなる。フェノールが解離して生じるフェノキシドイオンでは、負電荷がベンゼン環にまで非局在化し、共鳴安定化する。一方、エタノールの共役塩基にはこのような安定化はなく、負電荷は酸素原子に局在する。したがって、共役塩基であるフェノキシドイオンが安定化されるフェノールの方が、エタノールよりも酸性が強い。