

## 化学

### 出題意図

〔Ⅰ〕 有機化学および物理化学に関する基礎的事項を問いました。有機化学については、有機分子の性質、有機反応、分子式などの知識または計算力について、物理化学については、反応速度の計算力について問いました。

〔Ⅱ〕 無機化学、原子の性質、化学結合、酸塩基に関する基礎的事項の知識または計算力についてについて問いました。

解答例 [I]

問1 (沸点の高い順)  $a > d > b > c$

問2 (a) ピロール (b) ピリジン (c) トリエチルアミン  
(塩基性の強い順)  $c > b > a$

問3

XはC, H, N, Oのみから構成されているので、質量100 mgの中にOは16 mgが含まれている。

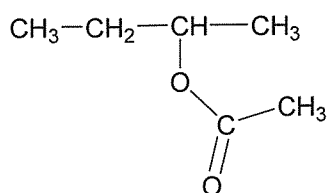
従って、各元素の質量パーセントはC 60%, H 10%, N 14%, O 16%であり、

モル比は  $C : H : N : O = 60/12 : 10/1 : 14/14 : 16/16 = 5 : 10 : 1 : 1$  となる。

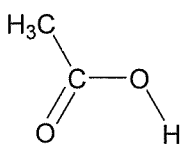
$C_5H_{10}NO$ の組成であり、その原子量の合計は100である。

$600/100 = 6$  なので  $(C_5H_{10}NO)_6 = \underline{C_{30}H_{60}N_6O_6}$

問4 (ア)



(イ)



問5

$[A]_0 = [B]_0$  のため、任意の反応時間  $t$  (s) において、 $[A] = [B]$  が成り立つので

$$-d[A]/dt = k_2 [A][B] = k_2 [A]^2$$

$$d[A]/[A]^2 = -k_2 dt$$

上式を積分すると  $1/[A] = k_2 t + C$ ,  $t = 0$  のとき  $C = 1/[A]_0$

従って、 $1/[A] = k_2 t + 1/[A]_0$  となり、

$$[A] = 1/(k_2 t + 1/[A]_0) \text{ より, } \underline{[A] = 1/(0.20 t + 10) \text{ (mol/L)}}$$

## 化学 [Ⅱ]

### 問 1

- (1) 単位格子の一辺の長さを  $a$  とすると、面心立方格子の単位格子の体積は  $a^3$  となる。  
また充填率は以下の式で表すことができる。

$$\frac{\text{原子の体積}}{\text{単位格子の体積}} \times 100 (\%)$$

単位格子中には、原子が 4 つある。 $(6 \times 1/2 + 1/8 \times 8 = 4)$

また原子の半径  $r$  と  $a$  の間には  $4r = \sqrt{2}a$  の関係があるので、充填率は以下の通り計算できる。

$$\frac{4 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{2}}{4}a\right)^3}{a^3} \times 100 = \frac{50\sqrt{2}}{3} \pi (\%)$$

- (2) 銅 1.0 mol 当たりの原子数は  $6.0 \times 10^{23}$  (個) であるから、次の式から  $1.0 \text{ cm}^3$  当たりの体積が計算できる。

$$\frac{6.0 \times 10^{23} \text{ 個}}{4 \text{ 個}} \times (0.36 \times 10^{-7} \text{ cm})^3 = 6.99 \dots \approx 7.0 (\text{cm}^3)$$

- (3) 銅 1.0 mol 当たりの質量は 63.5 (g) であり、その体積は (2) から  $7.0 (\text{cm}^3)$  であるから、密度は以下の通りである。

$$\frac{63.5}{7.0} = 9.07 \dots \approx 9 (\text{g/cm}^3)$$

### 問 2

- (1) 同一周期では原子番号が大きくなるにつれて有効核電荷が大きくなることから、電子との静電引力が大きくなり電子を放出しにくくなるため。

- (2) (Be と B)

Be では最外殻電子が 2s 軌道を占有しているのに対して、B では有効核電荷がより小さい 2p 軌道を占めることから、静電引力が小さくなるため。(有効核電荷が小さい軌道に入っているため)

(N と O)

N の場合、最外殻である 2p 軌道に電子対を生じないが、O では 2p 軌道に電子対を生じる。この電子対形成による静電反発が、有効核電荷の上昇による安定化効果よりも大きいため。

### 問 3

- (1) 共有結合：結合生成に関与する 2 つの原子間に必要な 2 電子を、それぞれの原子か

ら 1 つずつ出して作られる結合

配位結合：結合生成に関与する 2 つの原子間に必要な 2 電子を、一方の原子から電子対として供与し、もう一方の原子がそれを受容することで作られる結合

- (2) 3 (理由)：相互作用している水分子は金属イオンに電子対を供与しているが、高酸化状態の方が電子対を鉄イオン側に引きつける。そのため水分子の O-H 結合は（結合性軌道上の）電子密度が減少するため弱くなり、 $H^+$ として放出されやすくなる。