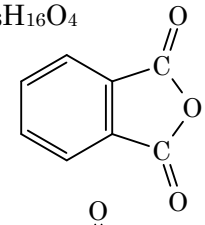
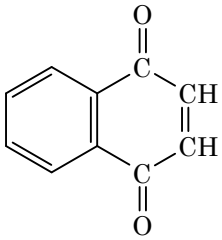
2023 東京大学　化学　解答例

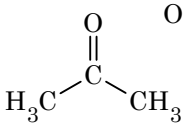
第１問

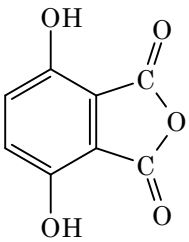
Ⅰ

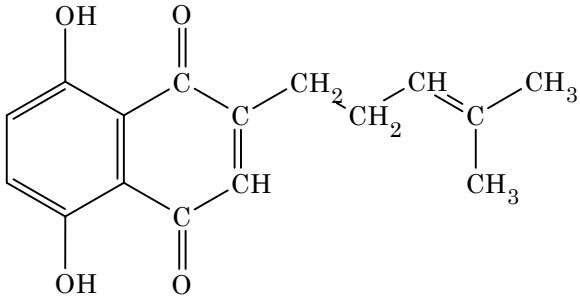
ア　$C_{16}H_{16}O_4$

イ　B； 

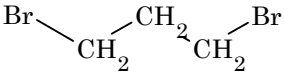
C； 

ウ　E； 

エ　H； 

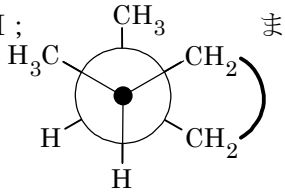
オ　A； 

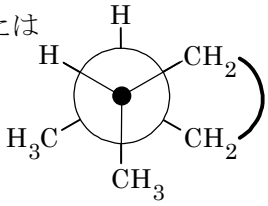
Ⅱ

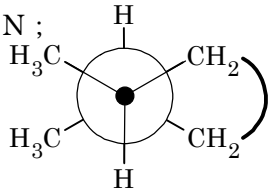
カ　I； 

キ (3)

ク　ゴーシュ形

ケ　M； 

または 

N； 

コ　CH_2 とメチル基がゴーシュ形となる配座が M には 1 つ存在するがNには存在せず，反発がより少ないＮのほうが安定である。

サ　b，e

第２問

Ⅰ

ア　沸点；HF > HI > HBr > HCl

理由；HF は他のハロゲン化水素と異なり分子間で水素結合を形成できるため最も沸点が高い。HI，HBr，HCl については分子量が大きいほどファンデルワールス力がより強いため，沸点もより高くなる。

イ　A；H_2SiF_6，B；SiF_4

ウ　二量体の形成により，溶質の質量モル濃度の総和は二量体を形成しないときよりも減少するため，凝固点効果の大きさも小さくなる。

エ　式１の平衡のみを考えると，pH=3.00 より $[H^+] = [F^-] = 1.00 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$

$$K_1 = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{\left(1.00 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}\right)^2}{[HF]} = 7.0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

$[HF] \fallingdotseq 1.42 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$

(答)　$1.4 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$

オ　(a)；(3)，(b)；(2)

Ⅱ

カ　溶解する化合物；Al_2O_3，化学反応式；$Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4]$

キ　7

ク　⑦；$TiO_2 + C + 2Cl_2 \rightarrow TiCl_4 + CO_2$

⑧；$TiCl_4 + 2Mg \rightarrow Ti + 2MgCl_2$

⑨；$MgCl_2 \rightarrow Mg + Cl_2$

全体；$TiO_2 + C \rightarrow Ti + CO_2$

ケ　マグネシウムのイオン化傾向は水素より大きいため，$MgCl_2$ 水溶液の電気分解では Mg イオンの還元よりも水の還元による水素の発生が優先的に起こるから。

コ　最密充填面；(ⅲ)，最密充填面の数；4

第３問

Ⅰ

ア　a；ルシャトリエ　b；高　c；発　d；低　e；高

イ　図３－２より，触媒 1.00 g に窒素は 112 mL 吸着されるので，求める表面積は

$$\frac{112\times10^{-3}\ \mathrm{L}}{22.4\ \mathrm{L\cdot mol^{-1}}}\times6.02\times10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}\times0.160\times10^{-18}\ \mathrm{m^2}\fallingdotseq4.82\times10^{2}\ \mathrm{m^2}$$

(答)　$4.8\times10^{2}\ \mathrm{m^2}$

ウ　(ⅲ)

エ　図３－４(ⅲ)より，触媒 10.0 g 中の表面金属原子に強く吸着される水素は，300 K，1.01×10^{5} Pa における体積で 200 mL－20 mL = 180 mL であるので，表面を構成する金属原子の割合は，

$$\frac{\dfrac{1.01\times10^{5}\ \mathrm{Pa}\times180\times10^{-3}\ \mathrm{L}}{8.31\times10^{3}\ \mathrm{Pa\cdot L/(K\cdot mol)}\times300\ \mathrm{K}}\times2}{5.00\times10^{-2}\ \mathrm{mol}}\times100\fallingdotseq29.1$$

(答)　29%

オ　窒素分子を解離させる

Ⅱ

カ　h；陰

理由；等電点よりも低い pH では，コロイド粒子表面の一部のヒドロキシ基が H+ を受け取ることでコロイド粒子の表面が正電荷を帯びているから。

キ　pH を等電点に近づけることでコロイド粒子間の電気的な反発が弱まり，凝析するから。

ク　液面の高さの差から求められる浸透圧 Π (Pa)について，コロイド溶液のモル濃度を c (mol/L)とするとファントホッフの式 $\Pi = cRT$ より，

$$1.01\times10^{5}\ \mathrm{Pa}\times\frac{1.00\ \mathrm{g/cm^3}\times1.36\ \mathrm{cm}}{13.6\ \mathrm{g/cm^3}\times76.0\ \mathrm{cm}}=c\times8.31\times10^{3}\ \mathrm{Pa\cdot L/(K\cdot mol)}\times300\ \mathrm{K}$$

$$\therefore c\fallingdotseq5.33\times10^{-5}\ \mathrm{mol/L}$$

(答)　5.3×10^{-5} mol/L

ケ　$Fe(OH)_3$ (式量 106.8)で構成されたコロイド粒子のモル質量は，

$$\frac{4}{3}\times3.14\times\left(1.00\times10^{-8}\ \mathrm{m}\right)^{3}\times4.00\times10^{4}\mathrm{mol/m^3}\times106.8\ \mathrm{g/mol}\times6.02\times10^{23}\mathrm{/mol}$$

$$\fallingdotseq1.07\times10^{7}\mathrm{g/mol}$$

(答)　1.1×10^{7} g

コ　問クの結果から求められるコロイド粒子のモル質量は

$$\frac{53.4\ \mathrm{g/L} \times \dfrac{10.0\ \mathrm{mL}}{10.0\ \mathrm{mL} + 1.36\ \mathrm{cm} \times \dfrac{1}{2} \times 1.00\ \mathrm{cm}^2}}{5.33 \times 10^{-5}\ \mathrm{mol/L}} \fallingdotseq 9.38 \times 10^5\ \mathrm{g/mol}$$

となり，問ケで求めた 1.07×10^7 g/mol よりも小さい。問ケの計算式よりモル質量は半径の 3 乗に比例するため，半径 r_1 は 1.00×10^{-8} m よりも小さい。

サ　(5)

理由；液面の高さが変化することで生じる濃度変化を無視すると，Δh は浸透圧に比例し，浸透圧はコロイド粒子のモル濃度に比例し，モル濃度はモル質量に反比例し，モル質量はコロイド粒子の半径 r の 3 乗に比例する。よって，Δh は r の 3 乗に反比例するから。